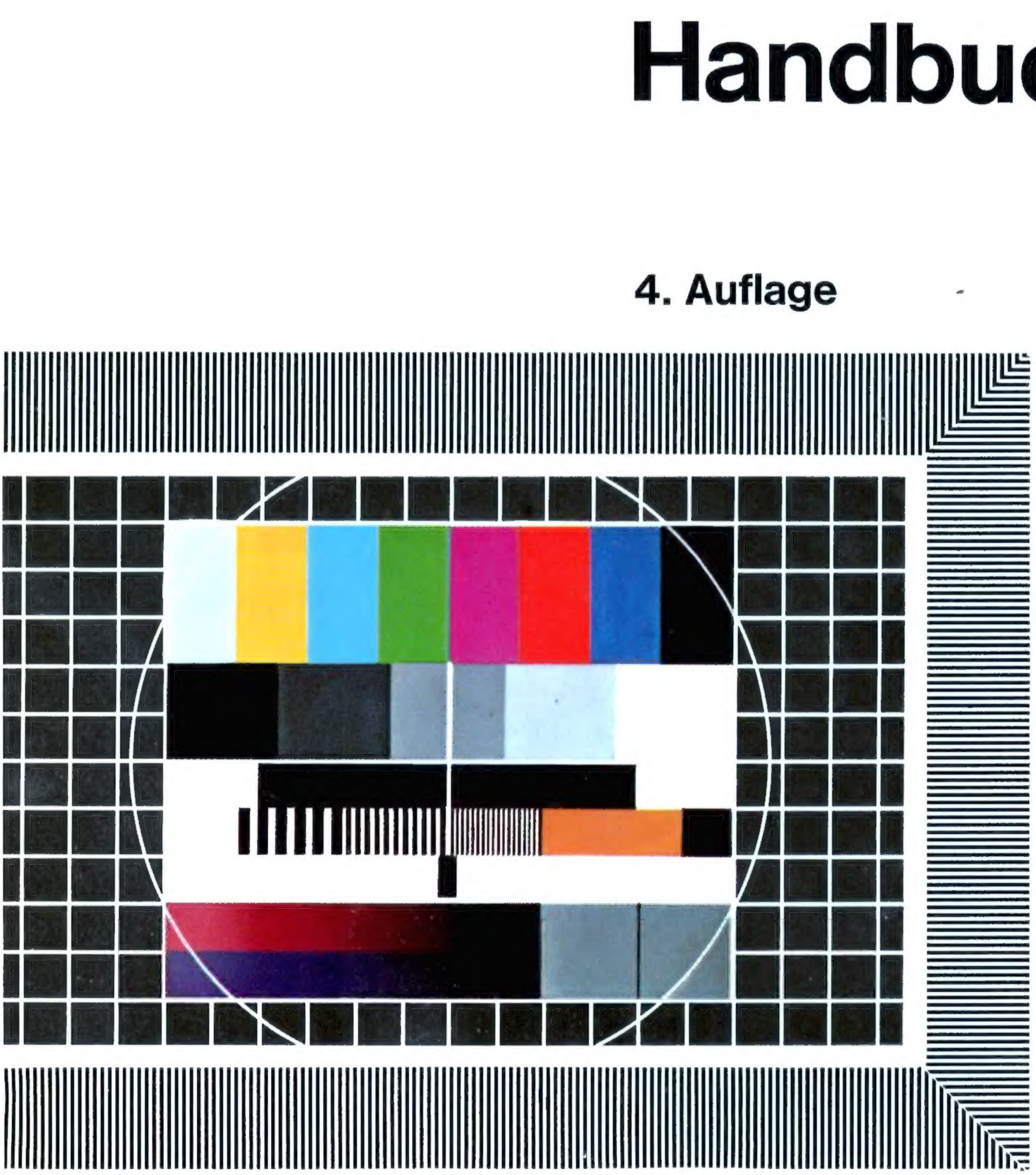
GÜNTHER FELLBAUM

Fernseh-Service-Handbuch

4. Auflage



FRANZIS

Fellbaum

Fernseh-Service-Handbuch

Ing. (grad.) Günther Fellbaum

Fernseh-Service-Handbuch

Ein Kompendium für die Berufs- und Nachwuchsförderung des Fachhandels und Handwerks

Mit über 800 Bildern, davon 73 in Farbe, und 54 Tabellen

4., vollständig neu bearbeitete Auflage

Franzis-Verlag München

1971

Franzis-Verlag G. Emil Mayer KG

Sämtliche Rechte, besonders das Übersetzungsrecht, an Text und Bildern vorbehalten
Fotomechanische Vervielfältigung nur mit Genehmigung des Verlages
Jeder Nachdruck – auch auszugsweise – und jegliche Wiedergabe der Bilder sind verboten

Druck: Buchdruckerei A. Sighart, Fürstenfeldbruck, Bahnhofweg 1
Printed in Germany · Imprimé en Allemagne

ISBN 3 - 7723 - 5114 - X

Geleitwort

Wohl kaum in einem anderen Gebiet hat sich in den letzten Jahren das Fachwissen und das Erfahrungsgut so schnell erweitert wie in der Fernsehtechnik.

Ein Nachschlagewerk, das ebenso umfassend und gründlich über die Neuentwicklungen als auch über die gewachsenen praktischen Erfahrungen im Service der Geräte früherer Baujahre informiert, ist daher nur zu begrüßen.

In dem Buch von Günther Fellbaum, den wir seit Jahren als Redakteur des TELEFUNKEN-sprechers kennen, finden wir einen solchen Wegweiser.

Man braucht nur einmal das 7seitige, exakt gegliederte Inhaltsverzeichnis und das über 1500 Stichwörter umfassende Nachschlageregister durchzusehen, um einen Eindruck zu haben, was in den 624 Seiten dieses Buches alles enthalten ist.

Wir wollen hoffen, daß auch diese Auflage zu den Favoriten zählt und dem Nachwuchs und unseren Mitarbeitern eine wertvolle Hilfe sein wird.

(Günter Berger)

Bundesfachgruppenleiter für Radio- und Fernsehtechnik im Zentralverband des Deutschen Elektro-Handwerks

Geleitwort

Keine Generation hat in solch kurzer Zeit so umwälzende Neuerungen bewältigen müssen wie die unserige. Unter den mannigfaltigen Errungenschaften unserer Epoche nimmt die Fernsehtechnik einen besonderen Raum ein. Dieses Fachgebiet macht so rapide Fortschritte, daß selbst die versiertesten Fachleute sich täglich und stündlich weiterbilden müssen, um mit der Entwicklung standzuhalten.

Hinzu kommt noch, daß die technischen und wirtschaftlichen Belange unserer Branche sich nicht auseinanderhalten lassen. Was dieses Wirtschaftsgebiet braucht, sind kaufmännisch begabte Techniker und technisch gebildete Kaufleute.

In dem Fernseh-Service-Handbuch von Günther Fellbaum findet der Techniker das Rüstzeug, das er zu seiner Weiterbildung braucht. Der Kaufmann aber vermag sich soweit technisch zu informieren, wie es in einer Zeit notwendig ist, in der mancher Kunde technisches Wissen mitbringt, das den nicht technisch geschulten Verkäufer in Verlegenheit bringen kann. Auch als Nachschlagewerk und für die Förderung des Nachwuchses ist dieses Werk sehr vorteilhaft gegliedert. Es unterstützt den Ausbilder ebenso wie den Auszubildenden.

Der vierten Auflage des Fernseh-Service-Handbuches ist derselbe Erfolg zu wünschen, wie den vorangegangenen drei Auflagen.

(Carl Pfister, Ing.)
1. Vorsitzender des
Deutschen Radio- und Fernseh-Fachverbandes

Vorwort zur vierten Auflage

Dieses Buch, das aus dem Wunsche entstanden ist, den Technikern und Fachhändlern im Fernseh-Service – insbesondere den Nachwuchskräften – ein möglichst umfassendes Lehr- und Nachschlagewerk zu schaffen, erschien erstmalig zur Funkausstellung 1961. Schnell folgten die zweite und eine dritte, erweiterte Auflage. Eine vierte, die bald notwendig wurde, ließ auf sich warten:

Die Fernsehtechnik war mit Meilenstiefeln vorangeschritten. Die Halbleiter verdrängten in wachsendem Maße die Röhren und übernahmen im Empfänger zusätzliche Aufgaben. Integrierte Schaltungen setzten sich durch. Der Fernseh-Service wurde allein dadurch umfangreicher und stellte an den Ausübenden mehr Ansprüche als zuvor. Schließlich kündigte sich das Farbfernsehen an; es wurde schnell zur Realität, aber hinsichtlich Technik und Service erst allmählich Wissens- und Erfahrungsgut der Werkstätten. Die Ansprüche an den Service-Techniker vergrößerten sich erneut mit dem Übergang von der 90^0- zur 110^0-Ablenktechnik. Hier gilt es, noch manches Neue zu erfassen und zu durchdringen, bis man es für den Service verwerten kann.

Das alles, in den Aufzeichnungen des Verfassers ständig ergänzt und verbessert, sollte nun in der vierten Auflage dargestellt werden.

Dieses neue, gründlich überarbeitete und erweiterte Buch umfaßt jetzt bei einem größeren als dem früheren Format auf 624 Seiten und über 800 Abbildungen, davon 73 in Farbe, sechs Teile:

Der 1. Teil behandelt wieder jene normalen Dienstleistungen, die sich mit dem Verkauf eines Fernsehempfängers und seiner Aufstellung sowie mit der Inbetriebsetzung verknüpfen. Hier wird zunächst vorwiegend auf Schwarzweißempfänger eingegangen. Dem Kapitel Justierarbeiten ist eine eingehende Beschreibung der von den Sendern ausgestrahlten SW-Testbilder vorangesetzt.

Im 2. Teil wird die Einrichtung zeitgemäßer Service-Werkstätten mit all ihrem festen und beweglichen Inventar beschrieben. In diesem Zusammenhang sind außer den Arbeitsgeräten und Hilfsmitteln sowie den Meß- und Prüfgeräten auch die in der Werkstatt gebräuchlichen Chemikalien erwähnt.

Der 3. Teil geht ausführlich auf den Gebrauch der hochohmigen Vielfach-Meßinstrumente und vor allem der elektronischen Meßgeräte, einschließlich Farbgeneratoren ein, weil deren richtige Anwendung und Handhabung die Voraussetzung für den rationellen Service bilden.

Im 4. Teil werden unter dem Titel „Reparaturpraxis" zunächst die Methoden der Fehlersuche erörtert und in einem besonderen Abschnitt in Wort und Bild die hauptsächlichsten Fehlermöglichkeiten an einem SW-Fernsehgerät tabellarisch dargestellt. Beispiele für die Durchführung einer systematischen Fehlersuche folgen. Grundlegend sind die Darlegungen über den Aufbau und Abgleich der Hf- und Zf-Stufen, damit sich der Service-Techniker, namentlich der Nachwuchs, auch dann zurechtfindet, wenn er auf ältere Geräte stößt. Auch die handwerkliche Instandsetzung der Geräte nimmt einen breiten Raum in diesem Buche ein; so befaßt es sich u. a. mit der Behandlung von Bildröhren und der Fehlerbeseitigung an Gehäusen.

Entsprechend dem Charakter eines Handbuches werden auch verschiedene Sonderprobleme behandelt, so der Mehr-Normen-Fernsehempfänger, der Fernsehempfang bei ungewöhnlicher Versorgungsspannung, die Funkstörungen durch Fernsehgeräte und Abhilfsmaßnahmen dagegen sowie der UHF-Empfang mit älteren Fernsehempfängern.

Der 5. Teil beschreibt auf etwa 100 Seiten den Farbfernseh-Service. Auch hier werden erst allgemeine Dienstleistungen vorangestellt. Nützlich erschien eine komprimierte Behandlung der technischen Grundlagen des Farbfernsehens aus der Sicht des Service-Technikers. Es folgt eine allgemeingültige Funktionsbeschreibung des Empfängers unter Berücksichtigung der Konzeptunterschiede. Beispiele von Stufenbeschreibungen verschiedener Industrieempfänger schließen sich an. Eingehend wird dann das elektronische Farb-(FuBK-)Testbild beschrieben. Kernausführungen sind schließlich die Service-Einstellungen, die Prüf- und Abgleicharbeiten sowie die Fehler-

suche mit einer umfassenden Fehlertabelle anhand von farbigen Schirmaufnahmen.

Im 6. Teil des Handbuches findet der Leser das völlig überarbeitete Antennenkapitel mit zusätzlichen Abschnitten über Antennenfehler und Empfangseinflüsse.

Einige weitere auf die Service-Belange abgestimmte Tabellen und Verzeichnisse runden die Ausführungen ab.

Angesichts des stofflichen Umfanges dieses Buches und seiner Differenzierung war sich der Verfasser bewußt, daß er wiederum und sogar in verstärktem Maße der Mithilfe einer Reihe von Fachkollegen bedurfte.

So gebührt besonderer Dank Herrn Dr.-Ing. *Klaus Welland*, der als Entwicklungsleiter des Fachbereiches Rundfunk/Fernsehen im Hause AEG-Telefunken den Farbfernsehteil lektorierte und durch eigene Ausführungen bereicherte.

In abc-licher Folge sei hier weiteren Kollegen aufrichtig gedankt:

Herrn Dipl.-Ing. *Werner Bachnik* für das Lektorat der Abschnitte über den Aufbau und Abgleich von Hf- und Zf-Stufen.

Herrn Dipl.-Ing. *Egon Döring* für ergänzende Ausführungen über die Beschreibung und den Umgang von Meß- und Prüfgeräten.

Herrn Dipl.-Ing. *Gerhard Ernemann* für die Durchsicht der Ausführungen über den Ton-Zf-Verstärker und einen eigenen Beitrag über Integrierte Schaltungen.

Herrn *Kurt Feldmann* für das Überarbeiten der Beiträge über Chemikalien in der Werkstatt und die Fehlerbeseitigung an Gehäuseoberflächen und Zierteilen.

Herrn Dr.-Ing. Fiebrans für das Lektorat des Antennenkapitels.

Herrn Ing. (grad.) *Gerhard Heumann* für allgemeine Hilfe und für die ausführliche Beschreibung des Farbtestbildes.

Herrn Ing. (grad.) *Lothar Mengel*, der als Schulungsleiter für Farbfernseh-Lehrgänge nach dem Vorbild der Fehlersuchtabelle über Schwarzweißgeräte eine solche über Farbgeräte verfaßte.

Herrn *Harold Schade*, Designer für Geräte der Unterhaltungselektronik, für seine Ausführungen über die Beschaffenheit von Gehäusen der Fernsehgeräte.

Als Mitarbeiter der vorangegangenen Auflagen sei noch einmal Herr *Werner Aring* genannt, von dem verschiedene Ausführungen über die Reparaturpraxis im Kern beibehalten wurden.

Ferner sei allen Firmen gedankt, die den Verfasser mit Auskünften, neuesten Informationen sowie Kundendienstschriften und Bildmaterial unterstützten.

Schließlich möchte der Autor dem Verlagsleiter des Franzis-Verlages, *Herrn Erich Schwandt*, und seinen Mitarbeitern auch diesmal für die überaus sorgfältige Verlagsarbeit und für die Ausstattung des Buches seinen Dank aussprechen.

Wir hoffen erneut, daß dieses Handbuch den Service-Technikern und Fachhändlern sowie allen Nachwuchskräften gute Dienste leisten und als vierte Auflage Eingang in die Berufs- und Fachschulen und in die technischen Lehranstalten finden wird.

Hannover — Günther Fellbaum

Inhalt

1 Normale Dienstleistungen 15
1.1 Was zum Verkauf gehört 15
1.11 Auswahl des Gerätes 15
1.111 Stationäre Fernsehempfänger 15
1.112 Tragbare Fernsehempfänger 23
1.113 Die Sicherheit der Fernsehgeräte 24
1.12 Geräteaufstellung und Raumbeleuchtung 29
1.13 Anschlußfragen 33
1.131 Netzanschluß 33
1.132 Antennenanschluß 33
1.14 Richtige Bedienung 35
1.2 Testbilder, ihr Nutzen und ihre Deutung für den Service 44
1.21 Allgemeines 44
1.22 Das Universal-Testbild 45
1.23 Elektronisches Testbild A 49
1.24 Elektronisches Testbild B 52
1.25 Elektronisches Testbild B' 53
1.26 Ausländische Test- und Pausenbilder 54
1.3 Justieren der Fernsehgeräte (Service-Einstellungen) 57
1.31 Einführung 57
1.32 Mechanische Justierungen 62
1.321 Optimale und gleichmäßige Ausleuchtung des Bildschirmes 64
1.322 Bilddrehung (verkantetes Bild) 66
1.323 Bildverschiebung 68
1.324 Bildverzeichnung (Kissenverzerrung) 69
1.325 Bildschärfe (magnetische Fokussierung) 71
1.33 Elektrische Justierungen 71
1.331 Frequenzabgleich des Horizontal-Steuergenerators (Zeilensynchronisierung) 71
1.332 Frequenzabgleich des Vertikal-Steuergenerators (Bildsynchronisierung, vertikaler Bildfang) 72
1.333 Bildhöhe (Bildamplitude) 73
1.334 Vertikale Linearität (Bildlinearität) 74
1.335 Bildbreite (Zeilenamplitude) 74
1.336 Horizontale Linearität (Zeilenlinearität) 75
1.337 Einstellen der Boosterspannung 76
1.338 Bildschärfe (elektrostatische Fokussierung, Focus) 76
1.339 Bildauflösung (Oszillatornachstimmung) 77
1.3310 Abstimmanzeige 78
1.3311 Abstimmautomatik 78

1.3312 Kontrast-Einstellbereich (Ansteuerung der Video-Endröhre) 79
1.3313 Helligkeitsregelbereich 80
1.3314 Regelspannungsverzögerung (Schwellwertregelung) 80

2 Die Werkstatt und ihre Einrichtung 81
2.1 Der Arbeitsplatz 81
2.11 Allgemeines 81
2.12 Selbstgebaute Arbeitstische 81
2.13 Fabrikgefertigte Arbeitstische 89
2.14 Antennenanschlüsse 95
2.2 Arbeitsgeräte und Hilfsmittel 97
2.21 Werkzeuge 97
2.22 Behältnisse, Magazine 103
2.23 Vollgummi-Gittermatte 105
2.24 Prüfröhrensatz 106
2.25 Schutzmittel beim Umgang mit nicht implosionssicheren Bildröhren . . . 108
2.26 Trenntransformatoren 111
2.3 Chemikalien 111
2.31 Klebemittel 112
2.32 Lösungs- und Verdünnungsmittel 113
2.33 Reinigungsmittel 113
2.34 Kontaktschutzmittel 114
2.35 Isoliermittel 114
2.36 Kältemittel und Entfeuchter 114
2.37 Flußmittel 115
2.38 Fette und Öle 115
2.39 Mittel zur Oberflächenbehandlung 116
2.4 Meß- und Prüfgeräte 117
2.41 Einführung 117
2.42 Vielfach-Meßinstrumente 117
2.43 Elektronische Voltmeter 121
2.44 Fernseh-Service-Oszillografen 123
2.45 Wobbelsender 130
2.46 Farbsignal-Generatoren 132
2.47 Universal-Fernseh-Servicegeräte 134
2.48 Spezialgeräte 134
2.481 Signalverfolger 135
2.482 Wellenmesser (grid-dip-meter) 135
2.483 Bildröhren-Prüfgeräte 135
2.484 Hilfsgeräte für Antennenmontage 136

3 Über den Gebrauch von Meß- und Prüfgeräten 139
3.1 Einführung 139
3.2 Spannungs- und Strommessungen mit Vielfach-Meßinstrumenten 139
3.21 Allgemeines 139
3.22 Praktische Anwendung 142
3.221 Korrektur der Zeigerstellung und Empfindlichkeit 142
3.222 Relativmessungen 142
3.223 Gleichspannungsmessungen an kritischen Stellen 142

3.224 Hochspannungsmessungen 142
3.225 Strommessungen 143
3.226 Wechselspannungsmessungen 143
3.3 Messungen mit dem elektronischen Voltmeter 144
3.31 Grundsätzliche Bedienung 144
3.32 Gleichspannungsmessungen 144
3.33 Hochspannungsmessungen 145
3.34 Wechselspannungsmessungen 145
3.341 Netz- und Transformatorspannungen 145
3.342 Wechselspannungen im Niederfrequenzbereich 145
3.343 Wechselspannungen bis 300 MHz 146
3.35 Dezibelmessungen 146
3.36 Gleichstrommessungen 146
3.37 Widerstandsmessungen 146
3.38 Praktische Regeln 147
3.4 Oszillografieren 147
3.41 Aufbau und Wirkungsweise eines Elektronenstrahl-Oszillografen . . . 147
3.42 Inbetriebnahme des Oszillografen 152
3.43 Darstellen von Spannungsgrößen und Spannungsverläufen 153
3.44 Spannungsmessungen 160
3.45 Strommessungen 163
3.46 Direktanschluß der Ablenkplatten 164
3.47 Darstellung von Resonanzkurven 165
3.48 Helligkeitsmodulation 165
3.49 X-Y-Oszillograf 165
3.491 Messung des Phasenwinkels (φ) zwischen zwei frequenzgleichen sinusförmigen Spannungen (Prinzip) 165
3.492 Frequenzbestimmung mit Hilfe von Lissajousfiguren 167
3.493 Vektorskop 167
3.5 Der Umgang mit dem Wobbelsender 168
3.51 Prinzip des Wobbelns 168
3.52 Sinn und Funktion des Markengebers 174
3.53 Grundsätzlicher Aufbau der Wobbler 176
3.54 Hinweise zur Inbetriebnahme, Anschaltung und Bedienung des Wobblers und Oszillografen 177
3.541 Zeit-(X-)Ablenkung 177
3.542 Anschluß des Meßobjektes 178
3.543 Einstellung am Wobbler 178
3.544 Einpegeln der Ausgangsspannung 178
3.6 Geräteprüfung mit dem Farbsignal-Generator 180
3.61 Allgemeines 180
3.62 Überprüfen der Gesamtfunktion eines Fernsehempfängers 180
3.621 Tuner 180
3.622 Antennenprobe 181
3.623 Empfindlichkeit des Empfängers 181
3.624 Bildjustierung am Empfänger 182
3.625 Kontrolle der Farbreinheit und Konvergenz 182
3.63 Überprüfen des Zf-Verstärkers 183
3.64 Überprüfen des Tonkanales 183

3.65 Überprüfen des Video- und Impulsteiles 183
3.66 Überprüfen des Farbteiles 184

4 Reparaturpraxis 187
4.1 Vorbemerkungen 187
4.11 Voraussetzungen für einen wirtschaftlichen Kundendienst 187
4.12 Außendienst 188
4.2 Vorprüfung zur Ermittlung der Fehlererscheinungen 189
4.21 Vorprüfung ohne Antennensignal 189
4.211 Beobachtung der Stromaufnahme 190
4.212 Beobachtung der Röhren 190
4.213 Wahrnehmungen an Halbleitern 191
4.214 Akustische und optische Kontrolle 191
4.22 Vorprüfung mit Antennensignal 192
4.23 Sonderprüfungen 193
4.3 Analyse der Fehlererscheinungen 194
4.31 Der methodische Weg 194
4.32 Das Prinzip der Einkreisung 194
4.33 Ein Grundschema 196
4.4 Systematische Fehlerortung an Schwarzweißgeräten nach Tabelle 198
4.5 Tips für die Fehlersuche 244
4.51 Auswertung der Leistungsaufnahme 244
4.52 Fehlerbestimmung nach Fehlerhäufigkeit 245
4.521 Allgemeines 245
4.522 Röhrenfehler 246
4.523 Transistorenfehler 246
4.524 Fehler an Kondensatoren und ohmschen Widerständen 246
4.525 Fehler an VDR-Widerständen 247
4.526 Fehler an Heißleitern 248
4.527 Fehler an Fotowiderständen 249
4.53 Röhrenfehler und Röhrenprüfungen 250
4.54 Messungen an der Bildröhre 253
4.55 Prüfung und Handhabung von Halbleitern 255
4.551 Arten und Prüfungen von Halbleiterdioden 259
4.552 Transistorenprüfung 262
4.56 Auswertung und Diskussion von Impulsbildern 266
4.57 Fehler und Messungen am Zeilenablenkteil 271
4.58 Fehler und ihre Auswirkungen im Videoverstärker 276
4.59 Einige Beispiele der Fehlersuche 278
4.6 Aufbau und Abgleich der Hf- und Zf-Stufen 285
4.61 Einleitung 285
4.62 Allgemeines über die Kontrolle und Durchführung des Abgleichs im Service 287
4.621 Vorbemerkungen 287
4.622 Elektrische und mechanische Hilfsmittel 288
4.623 Grundsätzliche Richtlinien 290
4.63 VHF-Tuner 295
4.631 Vorbemerkungen 295
4.632 Arten von VHF-Tunern 296
4.633 Darstellung der Hf-Durchlaßkurve 308

4.634 Funktionsprüfung, Frequenzkontrolle und Nachstimmen des Oszillators 312
4.635 Nachstimmen des Hf-Teiles 314
4.636 Abgleich der kontinuierlich abgestimmten VHF-Tuner 315
4.64 UHF-Tuner 316
4.641 Vorbemerkungen 316
4.642 Arten von UHF-Tunern 318
4.643 UHF-Abstimmautomatik 324
4.644 UHF-Tuner mit elektronischer Abstimmung 325
4.645 Organische Eingliederung des UHF-Tuners bei getrennten Hf-Bausteinen 327
4.646 Abgleicharbeiten am UHF-Tuner 329
4.65 Bild-Zf-Verstärker 336
4.651 Vorbemerkungen 336
4.652 Darstellung der Zf-Durchlaßkurve 339
4.653 Nachstimmen des Zf-Verstärkers 341
4.654 Aufnahme der Hf/Zf-Gesamtkurve 345
4.66 Tonkanal 345
4.661 Vorbemerkungen 345
4.662 Aufnahme der Durchlaßkurve/AVC-Kurve 350
4.663 Grundsätzliches über den Abgleich im Tonkanal 350
4.664 Statischer Abgleich und dynamische Kontrolle eines Ton-Zf-Verstärkers mit asymmetrischem Ratiodetektor 351
4.665 Einige Bemerkungen über Integrierte Schaltungen im Tonkanal . . 354
4.7 Instandsetzungsarbeiten 357
4.71 Allgemeines 357
4.72 Chassis und Baugruppen 357
4.721 Einige Betrachtungen über das Chassis 357
4.722 Standard-Ersatzteile 370
4.723 Künftiger Service 372
4.73 Über die Behandlung von Bildröhren 372
4.731 Sicherheit geht vor 372
4.732 Reinigungsfragen 374
4.733 Aus- und Einbau der Bildröhre 375
4.74 Richtiges Löten und Entlöten 376
4.741 Vorbemerkungen 376
4.742 Der Lötkolben als Werkzeug 376
4.743 Lötstifte und Lötnadeln 378
4.744 Lötkolbenablagen 379
4.745 Lötpistolen 380
4.746 Lote und Flußmittel 381
4.747 Lötvorgang 382
4.748 Entlötgeräte 384
4.749 Umgang mit gedruckten Schaltungen 386
4.75 Fehlerbeseitigung an Gehäuseoberflächen und Zierteilen 391
4.751 Vorbemerkungen 391
4.752 Ausbesserung von Nitro-Oberflächen 393
4.753 Ausbesserung von Polyester-Oberflächen 393
4.754 Nachbehandlung von geölten Teakholz-Oberflächen 394
4.755 Ausbesserung von farbigen Holzoberflächen 395
4.756 Ausbesserung von lackierten oder bedruckten Kunststoff-Oberflächen . 395

4.757 Auffrischung von Zierteilen 396
4.76 Schlußprüfung 396
4.8 Verschiedenes 397
4.81 Mehrnormen-Fernsehempfänger 397
4.811 Vorbemerkungen 397
4.812 Technik der Mehrnormen-Geräte 398
4.813 Servicearbeiten 405
4.82 Fernsehempfang bei ungewöhnlicher Versorgungsspannung 405
4.821 Wechselstromnetze von 110 oder 125 V 406
4.822 Zeitweilige Unter- und Überspannungen 406
4.823 Kurzzeitige Spannungsschwankungen 406
4.824 Gleichspannungsnetze 220 V 406
4.83 Funkstörungen durch Fernsehgeräte und Abhilfsmaßnahmen 406
4.831 Allgemeines 406
4.832 Postalische Vorschriften 411
4.833 Entstörungsmaßnahmen bei der Geräteherstellung 412
4.834 Merkregeln für den Service 412
4.835 Allgemeine Erfahrungsgrundsätze für die Entstörung von älteren Fernsehempfängern 414
4.84 UHF-Empfang mit älteren Fernsehempfängern 415

5 Farbfernseh-Service 419
5.1 Einleitung 419
5.2 Arten von Farbfernsehgeräten 420
5.3 Aufstellung und Bedienung 421
5.4 Technische Grundlagen des Farbfernsehens 425
5.41 Von der Farbbildzerlegung bis zur Farbbildzusammensetzung 425
5.411 Studioseite 425
5.42 Farbübertragung nach dem PAL-System 436
5.43 Empfangsseite 437
5.431 Blockschema eines PAL-Empfängers 438
5.432 Leuchtdichte-(Y-)Verstärker, Y-Verzögerungsleitung 441
5.433 Farbartsignalverstärker, Farbabschalter 441
5.434 PAL-Laufzeitdemodulator 442
5.435 Synchrondemodulatoren für das F_V- und F_U-Signal 444
5.436 Burstverstärker 445
5.437 Referenzträgeroszillator 445
5.438 PAL-Identifikation (7,8-kHz-Oszillator, PAL-Umschalter) 446
5.439 Dematrix zur Gewinnung des (G-Y)-Signals bzw. der Farbwertsignale R, G, B 446
5.4310 Farbsignal-Endstufen 447
5.4311 Farbbildröhre 448
5.4312 Konvergenzfehler und die Mittel zu ihrer Beseitigung 456
5.4313 Kissenentzerrung 464
5.44 Konzeptunterschiede 468
5.441 Bildröhrenansteuerung 468
5.442 Horizontal-Endstufe und Hochspannungserzeugung 471
5.443 Spezialschaltungen für 110°-Farbbildröhren 474

5.5 Industrieschaltungen 475
5.51 Bild- und Ton-Zf-Demodulatoren 475
5.52 Farbträgerfalle im Y-Kanal 477
5.53 PAL-Laufzeitdemodulator 478
5.54 Synchrondemodulatoren 481
5.55 PAL-Umschalter 482
5.56 Referenzträgeroszillatoren 485
5.57 PAL-Identifikation 486
5.58 Konvergenzschaltungen 489
5.59 Hochvolt-Netzteile 498
5.510 Integrationsmöglichkeiten 501
5.511 Schaltungen für Sonderaufgaben 502
5.6 Farbfernseh-Praxis 505
5.61 Elektronisches Farbtestbild (FuBK-Testbild) 505
5.62 Zusätzliche Prüfgeräte 511
5.63 Service-Einstellungen beim Farbfernsehempfänger 513
5.631 Allgemeine Service-Einstellungen (Grundeinstellungen) 515
5.632 Farbreinheitseinstellung 518
5.633 Konvergenz-Korrektur 522
5.634 Graueinstellung 527
5.7 Abgleicharbeiten am Farbfernsehempfänger 528
5.8 Fehlersuche am Farbfernsehempfänger 534
5.9 Systematische Fehlerortung an Farbfernsehgeräten nach Tabelle 537

6 Antennenfragen 563
6.1 Vorbemerkungen 563
6.2 Grundsätzliches über Empfangsantennen 563
6.3 Die Auswahl der günstigsten Fernseh-Antenne 568
6.4 Montage und Ausrichtung der Antennen 573
6.5 Antennen-Niederführungen 578
6.6 Antennenverstärker 583
6.7 Antennenfehler und Empfangseinflüsse 584
6.71 Vorbemerkungen 584
6.72 Symptome 585
6.73 Auswirkungen der Störungen im Farbbild 589

7 Tabellenanhang 593

Hersteller von Fernsehempfängern in der BRD 600

Anschriftenverzeichnis der in diesem Buch erwähnten Firmen 601

Literaturverzeichnis 605

Sachverzeichnis 608

Tabellen- und Bildtafel-Verzeichnis

(kleinere Text-Tabellen blieben unberücksichtigt)

1.11-I	Gehäuseoberflächen und deren Behandlung	17, 18
1.11-II	Gehäuseoberflächen	19
1.11-III	Automatiken im Fernsehgerät	21
1.11-IV	Technische Merkmale moderner Fernsehgeräte außer Automatiken	22, 23
1.11-V	Implosionsschutz bei Bildröhren	26
1.14-I	Schaubilder zur Bedienung	37
1.2-I	Testbilder beim deutschen Fernsehen	45
1.2-II	Testbildzeiten	45
1.3-I	Justiermöglichkeiten (Service-Einstellungen)	58
1.3-II	Maße für die Einstellung der Bildbreite	75
2.24-I	Prüfröhren für Schwarzweiß- und Farb-Fernsehempfänger	107
2.26-I	Regel-Trenntransformatoren	109
4.3-I	Grundschema für die Fehlersuche bei Schwarzweiß-Empfängern	196
4.4	Systematische Fehlerortung an Schwarzweiß-Empfängern nach Tabelle	200–243
4.55-I	Symbolische Darstellungen der häufigsten Halbleiter	256
4.55-II	Bezeichnungssysteme für Halbleiter	257, 258
4.55-III	Grundschaltungen für Transistoren	263
4.6-I	Fernseh-Übertragungskanäle im Bereich I und III der CCIR-Norm, jeweilige Mittenfrequenzen für Wobblereinstellung, Oszillatorfrequenzen bei Zf = 38,9 MHz und Farbträgerfrequenzen	309
4.6-II	Kanäle für den UHF-Bereich (Bereich IV/V)	317
4.81-I	Fernseh-Normen	399
4.81-II	Zusatz-Fehlertabelle für Mehrnormen-Fernsehempfänger	404
4.83-I	Störungen des UHF-Empfangs	408
4.84-I	Ältere UHF-Konverter	415
4.84-II	Neuere UHF-Konverter	416
5.61-I	Deutung des (FuBK-) Farbtestbildes	510
5.9-I	Grundschema für die Fehlersuche an Farbfernsehempfängern	536
5.9	Systematische Fehlerortung an Farbfernsehgeräten nach Tabelle	537
6-I	Mindestmasse von Erdungsleitungen	575
6-II	Dämpfungswerte von ungeschirmten Leitungen für Antennen-Niederführungen	579
6-III	Pegel-Spannungs-Nomogramm	590
7–I	Internationale Normenreihen	593

7–II Ältere Fernseh-Bildröhren 594
7–III Neuere Fernseh-Bildröhren 595
7–IV Innenschaltungen und Sockel der Schwarzweiß-Bildröhren 596
7–V Farbfernseh-Bildröhren 597
7–VI Internationaler Farb-Code für Widerstände und Kondensatoren . . . 598
Bemerkungen zur dB-Rechnung 599

1 Normale Dienstleistungen

1.1 Was zum Verkauf gehört

1.11 Auswahl des Gerätes

Bei der Auswahl eines Fernsehgerätes sind für den Käufer im allgemeinen drei Gesichtspunkte entscheidend: der Preis, die Technik, einschließlich Bedienungskomfort, und die Formgestaltung. Ragen Technik und Form erheblich aus dem Angebot heraus, so ist der Kunde meist bereit, dafür einen Mehrbetrag zu zahlen. Die Rangfolge kann sich also ändern, sie hängt auch davon ab, ob es sich um ein Erstgerät, einen Ersatzempfänger oder ein Zweitgerät handelt oder ob sogar ein Farbfernsehempfänger in Frage kommt.

Ein Ersatzgerät ist ungefähr nach neun Jahren fällig, wobei man mit einer Streubreite von ± vier Jahren rechnet. Das ist aber nicht nur eine Frage der natürlichen Abnutzung, sondern auch der technischen Weiterentwicklung. In den vergangenen Jahren hießen die Meilensteine dieser Entwicklung: Geringere Gehäusetiefe, bessere Nutzung des Bildformats durch ausgeprägte Ekken, asymmetrische Bauform, Frontalabstrahlung des Tons, frontale Bedienung, Mehrprogrammempfang, Programmspeicherung, Transistorisierung. In den kommenden Jahren werden die Fortschritte besonders auf dem Farbfernsehgebiet liegen und durch weitgehende Umstellung auf integrierte Schaltungen gekennzeichnet sein.

Der Zweitempfänger ist durch das Hinzukommen des Zweiten und Dritten Fernsehprogramms (in den Randgebieten der BRD auch durch den Empfang von Sendern aus benachbarten Ländern) akut geworden. Er gestattet in der gleichen Wohnung, sogar im gleichen Zimmer, falls die Wünsche der Zuschauer differieren, der einen Gruppe z. B. das Erste Programm, der anderen Gruppe z. B. das Dritte Programm verfolgen zu können.

Farbfernsehgeräte mit ihren besonderen Problemen wollen wir im Abschnitt 5 behandeln. Hier wenden wir uns zunächst den Schwarzweißempfängern zu, und zwar getrennt nach stationären und transportablen Typen.

Die Frage der Bildgröße spielt bei den heutigen stationären Typen kaum noch eine Rolle, da seit 1969/70 hauptsächlich Empfänger mit 61-cm-Bildröhren vertreten sind. Zuvor dominierten die Empfänger mit 59-cm-Schirm. Geräte mit 51-cm-Schirm treten zwar typenmäßig in Erscheinung, jedoch nur in kleineren Stückzahlen. Bei tragbaren Fernsehempfängern (FS-Portables) gibt es allerdings Bildröhren von 51-, 47-, 44-, 41-, 36-, 30-, 28-, 25- und 23-cm-Schirmdiagonale. Japanische Importe weisen zum Teil noch kleinere Bildröhren auf

1.111 Stationäre Fernsehempfänger

In der Form unterscheidet man bei den stationären Empfängern zwischen Tisch- und Standgeräten sowie Kombinations-Truhen. Tischgeräte sind davon beim Schwarzweiß-Fernsehen weitaus am meisten verbreitet. Fast alle von ihnen lassen sich in Standgeräte umwandeln. Das entsprechende Zubehör sind Stahlrohrgestelle in Rahmen- oder Standrohrausführung mit Kreuzfuß (evtl. mit Lenkrollen) und Fernsehkonsolen

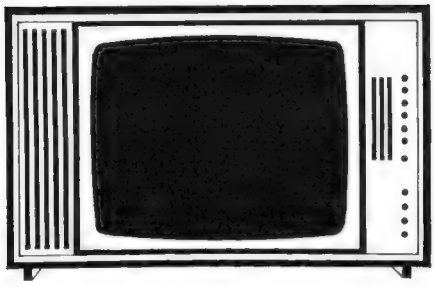


Bild 1.11–1 Symmetrisches Gehäuse

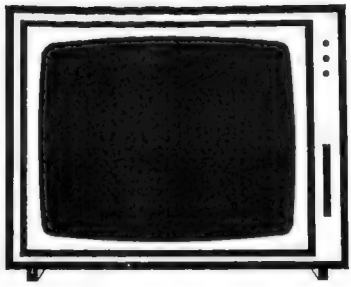


Bild 1.11–2 Schmal asymmetrisches Gehäuse

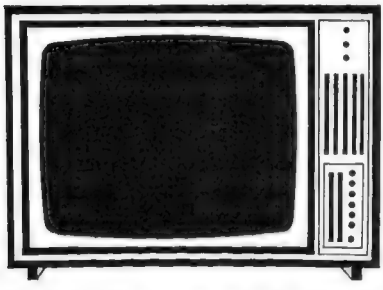


Bild 1.11–3 Breit asymmetrisches Gehäuse

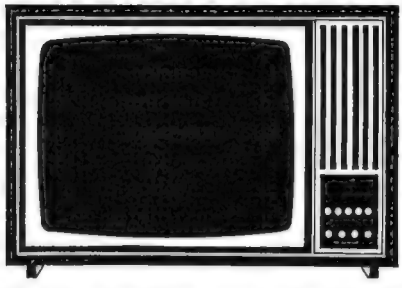


Bild 1.11–4 Betont asymmetrisches Gehäuse

(evtl. mit Zusatzlautsprecher). Es gibt auch Kunststoffgestelle in Form sogenannter „Trompetenfüße", die mit farbigen Polyesterlacken beschichtet sind. Die Standgeräte haben eine abschließbare Tür, meist in Form einer Rolljalousie. Der Bildschirm nimmt bei Geräten früherer Baujahre die Mitte der Gehäusefront ein. Der Lautsprecher sitzt hier an einer Seitenwand, während die Bedienungsorgane unter dem Bildschirm ihren Platz haben. Später ordnete man bei einzelnen Modellen den Lautsprecher links vom Bildschirm an und rechts daneben die Bedienungsorgane mit Skalenfeld (symmetrisches Gehäuse, **Bild 1.11–1**). Danach setzte sich die asymmetrische Form durch. Bei der zunächst vielfach vertretenen schmal asymmetrischen Form (**Bild 1.11–2**) sind das Bedienungs- und Skalenfeld rechts vom Bildschirm angeordnet, während sich der Lautsprecher an der linken Seitenwand befindet. Bei den heute auf dem Markt befindlichen breitasymmetrischen Gehäuse (**Bild 1.11–3**) sind sowohl das Bedienungs- und Skalenfeld als auch der (Oval-)lautsprecher rechts vom Bildschirm angebracht, ein größerer Seitenlautsprecher kann zusätzlich vorhanden sein. Bei der betont asymmetrischen Gehäuseform (**Bild 1.11–4**) sind rechts vom Bildschirm ein größeres Bedienungs- und Anzeigefeld (Kompaktbedienung) sowie ein größerer Lautsprecher zu finden.

Das Gehäuse selbst besteht aus der Zarge, der Frontplatte und der mit einem Tubus versehenen Rückwand. Bei Holzgehäusen wird die Zarge aus furnierten Sperrholz- oder aus Spanholzplatten zusammengesetzt. Für die Frontplatte wird entweder Holz oder Kunststoff als Spritzteil verwendet. Die Rückwand fertigt man schon seit einigen Jahren aus Kunststoff. Gehäuse aus diesem Material waren früher ausschließlich bei tragbaren FS-Geräten zu finden; seit 1965 sind sie auch bei Tischgeräten im Vordringen. Aus fertigungstechnischen Gründen werden die Kunststoffgehäuse in den meisten Fällen nicht drei- sondern zweiteilig ausgeführt. Dann bilden entweder Zarge und Frontplatte oder Zarge und Rückwand eine Einheit.

Tabelle 1.11–I. Gehäuseoberflächen und deren Behandlung

a) Holzgehäuse mit Naturfurnieren

Oberfläche	Behandlung
Macoré handelsübliche Bezeichnung: Edelholzgehäuse	
dunkel hochglanz (in verschiedenen Tönungen)	furniert, geschliffen, dunkel gebeizt, mit Polyester beschichtet und poliert
Nußbaum natur mattiert	furniert, geschliffen, mit Spezial-Mattlack geschützt
dunkel hochglanz (in verschiedenen Tönungen)	furniert, geschliffen, gebeizt, mit farblosem Polyesterlack beschichtet und anschließend auf Hochglanz poliert
dunkel seidenmatt (in verschiedenen Tönungen)	furniert, geschliffen, gebeizt, mit farblosem Polyesterlack beschichtet und mit feinster Glaswolle matt geschliffen
Palisander natur mattiert	furniert, geschliffen, mit Spezial-Mattlack geschützt
Teak natur, geölt	furniert, geschliffen, mit Spezial-Teaköl behandelt
Rüster natur mattiert	furniert, geschliffen, mit Spezial-Mattlack geschützt

b) Holzgehäuse mit Furnierdrucken

Oberfläche	Behandlung
Macoré mit der Oberflächenstruktur: Nußbaum Palisander Teak	Macoréfurnier, geschliffen, mit zwei, drei oder vier Farben in einem der links angegebenen Furnierbilder bedruckt

Fortsetzung Seite 18

Tabelle 1.11–I. Gehäuseoberflächen und deren Behandlung (Fortsetzung)

c) Farbige Holzgehäuse

Oberfläche	Behandlung
Kunstharz-Lack in verschiedenen Farbtönen	Macoréfurnier geschliffen, mit Spezial-Kunststoff-Folie beschichtet und lackiert

d) Kunststoffgehäuse mit Furnierdrucken

Oberflächenstruktur	Behandlung
Nußbaum Palisander Teak Rüster	mit zwei, drei oder vier Farben in einem der üblichen Furnierbilder bedruckt

e) Farbige Kunststoffgehäuse

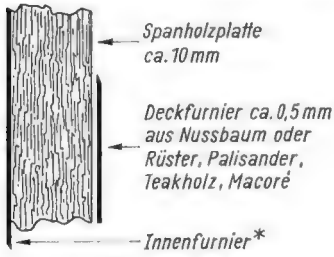
Oberfläche	Behandlung
eingefärbt in verschiedenen Farbtönen	ohne
eingefärbt in verschiedenen Farbtönen und lederartig genarbt	ohne
Kunstharzlack in verschiedenen Farbtönen	grundiert und mit Spezialmattlack beschichtet

f) Farbige, gepolsterte Kunststoffgehäuse

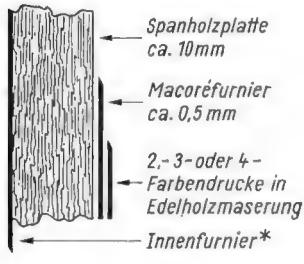
Oberfläche	Behandlung
gepolsterte, farbige Weichplastik-Folie	mit Spezialkleber im Vakuum-Verfahren aufgebracht

Bildtafel 1.11–II. Gehäuseoberflächen

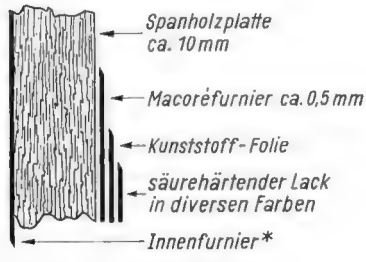
a) Holzgehäuse mit Naturfurnieren



b) Holzgehäuse mit Furnierdrucken

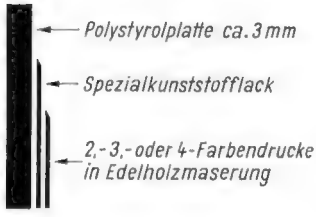


c) Farbige Holzgehäuse

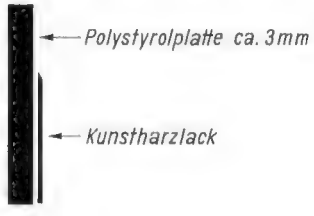


*nur bei einem Teil der Gehäuse

d) Kunststoffgehäuse mit Furnierdruck



e) Farbige Kunststoffgehäuse



f) Farbig gepolsterte Kunststoffgehäuse

Das Hauptaugenmerk bei den Gehäusen gilt den Oberflächen, diese sind in ihrer Beschaffenheit sehr differenziert (siehe **Tabelle 1.11–I** und **Bildtafel 1.11–II).**

Die Formgestaltung eines Fernsehgerätes wird wesentlich durch das größte in ihm verwendete Bauelement, die Bildröhre, beeinflußt. Durch die Entwicklung von Bild-

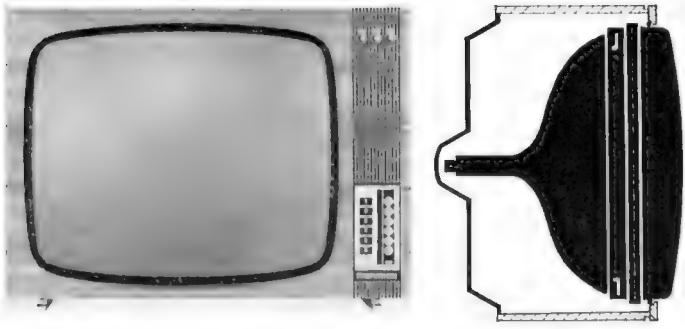


Bild 1.11–5 Gehäuse mit Durchsteckröhre (push through). Telefunken FE 268 electronic, Baujahr 1968/69 Ansicht des Gerätes und Schnittzeichnung

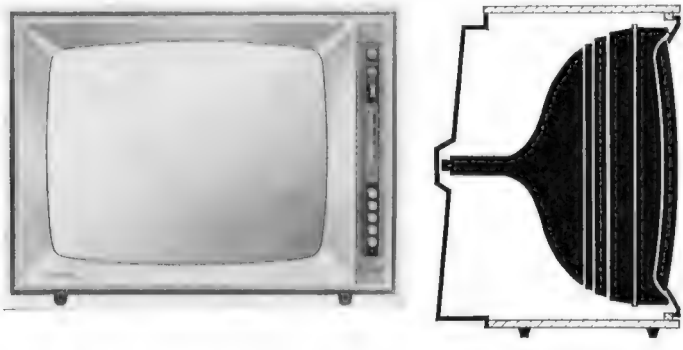


Bild 1.11–6 Gehäuse mit trichterförmig gestalteter Bildröhrenmaske. Nordmende-Favorit, Baujahr 1966/67. Ansicht des Gerätes und Schnittzeichnung

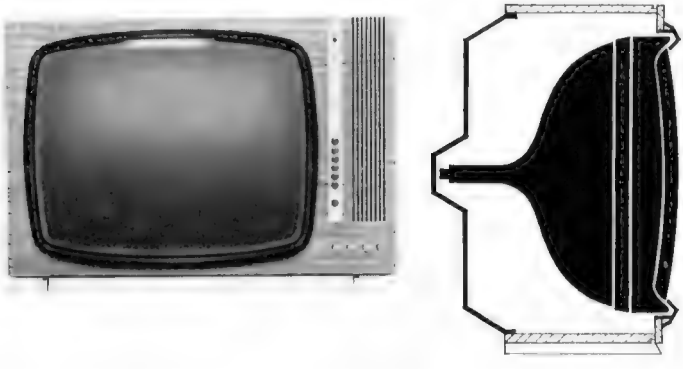


Bild 1.11–7 Gehäuse mit rahmenartig nach außen gewölbter Bildröhrenmaske. Blaupunkt-Caracas, Baujahr 1967/68. Ansicht des Gerätes und Schnittzeichnung

röhren mit kürzerer Baulänge, sogenannte Kurzhalsröhren, konnte die Gehäusetiefe bereits merklich verringert werden. Noch günstigere Maße ergeben sich bei Verwendung der sogenannten Durchsteckröhren, die infolge ihrer schmalen, zurückgesetzten Metallmanschette mit der Röhrenfrontplatte (Bildschirm) aus dem Gehäuse hervorragen können – push-through – (**Bild 1.11–5**).

Alle Bildröhren, die nicht zum Durchstekken durch die Frontplatte geeignet sind, erfordern zusätzlich eine auf die Frontplatte gesetzte Bildröhrenmaske. Diese kann entweder trichterförmig (**Bild 1.11–6**) oder rahmenartig nach außen (**Bild 1.11–7**) gewölbt sein. Im ersteren Fall wird die Maske vorwiegend aus Kunststoff, vereinzelt auch aus Holz gefertigt. Kunststoffmasken werden in

Tabelle 1.11–III. Automatiken im Fernsehgerät

a	Bedienungsautomatiken, die die manuelle Einstellung eines bestimmten Vorganges überflüssig machen, z. B.	Programmwählautomatik Horizontaler Bildfang Vertikaler Bildfang
b	Sonderschaltungen, die die Bildgüte von äußeren Einflüssen unabhängig machen, zum Beispiel	
	von der Größe der Empfangsfeldstärke	getastete Verstärkungsregelung der Zf-Stufen, verzögerte Verstärkungsregelung der Hf-Stufe
	von Störungen	Impulsgetastete Verstärkungsregelung Störunterdrückung in der Impulsabtrennstufe (Störinverter)
	von Netzspannungsschwankungen	Bildbreitenregelung (Stabilisierung der Horizontal-Ablenkschaltung) Bildhöhenregelung (Stabilisierung der Vertikal-Ablenkschaltung)
c	Regeleinrichtungen, die dem Schutze des Gerätes dienen	Leuchtfleckunterdrückung Strahlstrombegrenzung Hochspannungs-Stabilisierung
d	Sonderschaltungen zur Beseitigung unerwünschter Bild- und Toneffekte	Schwarzwerthaltung, die eine von der mittleren Helligkeit aller Szenen unabhängige, physiologisch richtige Wiedergabe des Schwarzwertes bewirkt. Bild- und Zeilen-Rücklaufaustastung Einschaltbrumm-Unterdrückung Farbträgersperre

bestimmten Farben (vielfach in Metalleffektfarben) lackiert oder mit einem Holzdekor bedruckt bzw. mit einer entsprechenden Kunststoff-Folie kaschiert.

Bei Fernsehgeräten früherer Baujahre konnte man noch deutlich zwischen einzelnen Geräteklassen unterscheiden. Es ergaben sich Unterschiede in der Anzahl der Röhren, Transistoren, Dioden und Gleichrichter sowie in der Art und Zahl der Automatiken, Stabilisierungs- und Schutzschaltungen. Überdies hatten die teueren Geräte Klarzeichner, Einrichtungen zur Beseitigung der Zeilenstruktur, Motorwähler usw. Heute ist eine technische Einteilung der Heimfernsehgeräte nach Klassen kaum noch möglich, da die Schaltung bei allen Preisstufen im Grunde das gleiche Konzept aufweist (einheitliches Chassis), wobei im ständig steigenden Maße die Röhren durch Transistoren ersetzt werden. Schon bei vielen Geräten etwa vom Baujahr 1968 an sind nur noch die

Tabelle 1.11–IV. Technische Merkmale moderner Fernsehgeräte außer Automatiken

Frontlautsprecher
ermöglicht die Aufstellung des Fernsehgerätes in einem Regal oder Möbelfach mit Seitenwänden und verwirklicht die Forderung des sprechenden Bildes (Koinzidenz von Ton und Bild = Präsenzwirkung), weil hohe Töne sich geradlinig und stark gerichtet in der Mittelachse des Lautsprechers ausbreiten.

Frontbedienung
ist gleichfalls eine Vorbedingung, wenn die Seitenwände des Gehäuses bündig mit den Regal-, Möbel- oder Zimmerwänden abschließen. Sie bietet außerdem den Vorzug, daß alle Einstellorgane im Blickfeld und Griffbereich liegen.

Programmspeicherung mit einem mechanisch oder elektronisch abstimmbaren Tuner
sichert einfache und eindeutige Bedienung der voreingestellten Sender. Der mechanisch abstimmbare Tuner erfüllt in seiner jetzigen Konzeption die hohen Anforderungen hinsichtlich Wiederkehrgenauigkeit und geringem Tastendruck. Beim elektronisch abstimmbaren Tuner werden im Falle des Programmwechsels keine frequenzbestimmenden Teile verändert, so daß die Wiederkehrgenauigkeit problemlos geworden ist. Außerdem sind Tastenhub und -druck äußerst minimal, wenn die Bereichsumschaltung elektronisch erfolgt.
Vorteilhaft ist eine universelle Bereichsumschaltung für die einzelnen Tasten bzw. Raststellungen eines Ein-Knopf-Programmwählers, damit die Reihenfolge der einzuspeichernden Programme den Empfangsmöglichkeiten oder persönlichen Wünschen angepaßt werden kann.

Eindeutiges Erkennen des eingestellten Programms
auch aus der Sitzentfernung bei gedämpfter Umfeldbeleuchtung. Ein gutes Beispiel ist die Lumineszenz-Zifferanzeige.

Eindeutiges Erkennen der Kanaleinstellung
auf Skalen, die zugleich mit dem Bereich umgeschaltet werden, erleichtert Vorabstimmung und schnelles „Umprogrammieren".

Optische Betriebsanzeige
durch Skalenbeleuchtung, Leuchtzifferanzeige oder Pilotlampe läßt erkennen, daß das Gerät (noch) eingeschaltet ist.

Schlüsseltaste
mit abziehbarem Schlüssel blockiert, wenn gewünscht, den Ein/Ausschalter, um Unbefugten (Kindern) das Benutzen des Gerätes zu verwehren.

Schwarzweißwiedergabe ohne Perlenschnureffekt bei Farbsendungen
durch schaltbare Filterkreise, die die Video-Durchlaßkurve so ändern, daß der Einfluß des Farbträgers (4,43 MHz) unterdrückt wird.

Zwei-Dioden-Demodulation (Ton- und Video-Diode)
ermöglicht eine wirksamere Unterdrückung von Interferenzen, die bei besonders kritischer (plastischer) Tunerabstimmung aus dem Mischprodukt von Bild-, (Farb-) und Tonträger eine Bildstörung hervorrufen.

Zweistufiger Ton-Zf-Verstärker
in der Regel transistorisiert, jetzt vielfach schon mit integrierter Schaltung, gewährleistet durch hohe Verstärkung und entsprechende AM-Begrenzung auch bei ungünstigen Empfangsverhältnissen eine störungsfreie Tonwiedergabe.

Starke breitbandige Tonendstufe
ist die Grundbedingung für eine gute Wiedergabe insbesondere von Orchesterdarbietungen.

Fortsetzung der Tabelle siehe nächste Seite

Tabelle 1.11–IV. Technische Merkmale moderner Fernsehgeräte außer Automatiken (Fortsetzung)

Klangeinsteller
ausschließlich für den oberen Tonbereich haben keine praktische Bedeutung, da hiermit weder eine Verbesserung der Musik- noch der Sprachwiedergabe möglich ist. Besser ist eine Baßblende bzw. ein Sprache/Musik-Schalter.

Anschluß für Außenlautsprecher bzw. Ohrhörer
mit wahlweiser Abschaltung des Gerätelautsprechers erweitert Benutzungsmöglichkeiten des Gerätes.

Fernbedienungsanschluß
ermöglicht in bequemer Art Korrektureinstellungen.

Tonbandgeräteanschluß
ist serienmäßig bei Fernsehgeräten nicht vorhanden. Einige Geräte sind jedoch so vorbereitet, daß der spätere Einbau einer VDE-mäßigen Diodenanschlußplatte mit wenigen Handgriffen möglich ist.

Hohe Betriebssicherheit
durch Schutzschaltungen, die die in der Tabelle 1.11–III noch ergänzen, verlängert die Lebensdauer wertvoller Bauelemente. Schutzdioden im Tuner bewahren z. B. die Transistoren vor eventuell auftretenden Überspannungen am Antenneneingang.

Weitgehende Transistorisierung des Gerätes
erhöht gleichfalls die Betriebssicherheit, da Transistoren keinem Verschleiß unterliegen und mit Niederspannung versorgt werden.

VDE-mäßiger Aufbau des Gerätes
bietet höchstmöglichen Schutz vor Personen- und Sachschäden.

Servicefreundlichkeit
z. B. durch ein Chassis, das baugruppenweise nach allen Seiten für jeden nur denkbaren Eingriff ohne Zuhilfenahme von Werkzeugen ausschieb- und klappbar ist; es sollte überdies in Teilen oder im ganzen aus dem Gehäuse entfernt werden können und durch unverwechselbare funktionssichere Steckverbindungen dennoch funktionsfähig bleiben. Schaltsymbole und Positionsnummern auf den gedruckten Platten erleichtern gleichfalls den Service.

Horizontal- und die Vertikalablenkung sowie die Nf-Endstufe in Röhrentechnik aufgebaut. Die Volltransistorisierung ist kein technisches Problem mehr, sondern allein ein wirtschaftliches. Es ist daher lediglich eine Frage der Zeit, bis sich die Volltransistorisierung auch hier durchsetzt.

In diesem Zusammenhang ist es gewiß nützlich, einmal alle wesentlichen technischen Merkmale eines (idealen) Fernsehempfängers aufzuführen, wobei die Automatiken eine Sonderstellung einnehmen. Die **Tabellen 1.11–III und 1.11–IV** beziehen sich auf Schwarzweißgeräte des Baujahrs 1970/71.

1.112 Tragbare Fernsehempfänger

Portables (= tragbare Fernsehempfänger) gewinnen steigende Bedeutung. Sie haben den Vorzug leichter Beweglichkeit und nehmen mit dem erweiterten Programmangebot oft die Stellung eines Zweitgerätes ein. Bei (ggf. nachrüstbarem) Kopfhöreranschluß ist ein ungestörter Hörempfang möglich. Sollte sich der Lautsprecher beim Einführen des Hörersteckers selbsttätig abschalten, so wird auch die Umwelt akustisch nicht beeinträchtigt. Ein ideales Portable müßte bei geringem Gewicht und kleinen Abmessungen eine große Bildfläche besitzen und unabhängig vom Stromnetz eine lange Betriebsdauer aufweisen. Da sich diese Forderungen technisch widersprechen, variieren die einzelnen Ausführungen in der Art der Stromversorgung, im Volumen und Gewicht, ferner in der Schaltung und Konstruktion sowie in der Formgebung und im Bedienungskomfort.

Hinsichtlich der Stromversorgung kann man die Portables in zwei Gruppen unterteilen:

1. Geräte für Netzbetrieb mit herkömmlicher Röhren/Transistorbestückung in zwei Varianten:

a) Verkleinerte, raumsparende Tischempfänger mit offenem, abnehm- oder versenkbarem Tragegriff. 41-cm-, 44-cm-, 47-cm- oder 51-cm-Bildröhre. Bildfeld so groß, daß es mehrere Personen für einen längeren Zeitraum bequem betrachten können. Teleskopantenne(n). Kunststoff- oder Holzgehäuse. Gewicht 12...20 kg. Verwendung im Haushalt mit der Möglichkeit, den Standort des Gerätes kurzzeitig zu ändern. Als Erst- wie als Zweitgerät beliebt.

b) Kleinere Geräte, vielfach in Kofferbauart, mit offenem Tragegriff. 25-cm-, 28-cm-, 30-cm-Bildröhre. Teleskopantenne(n). Kunststoffgehäuse, Gewicht ca. 8 kg. Verwendung als Zweitgerät im erweiterten Haushalt und an Reiseorten, z. B. im Hotelzimmer.

2. Geräte in Kofferform, volltransistorisiert, für den Betrieb wahlweise am 220-V-Stromnetz oder an einem 12-V-Akkumulator. Im allgemeinen sind diese Geräte für den Betrieb an einer äußeren Stromquelle (Auto- oder Bootsbatterie) eingerichtet. In Ausnahmefällen ist es auch möglich, im Gerät einen kleinen Akkumulator unterzubringen. Das Netzteil dient dann zugleich als Ladestromquelle. Für 6-V- bzw. 24-V-Stromquellen stehen Adapter zur Verfügung. Alternativ gibt es diese Geräte mit Rundfunkteil. 30-cm-Bildröhre oder kleinere. Kunststoffgehäuse. Gewicht 8...10 kg. Verwendung als Zweit- und Reisegerät.

Die Klasse der Kleinstfernseher mit Bildröhren von 10-/12,5-cm-Schirmdiagonale sei hier lediglich erwähnt.

Zum Empfang mit diesen Geräten wäre noch zu sagen, daß das Fernsehbild bei Tageslicht naturgemäß stark aufgehellt und damit der Kontrast erheblich beeinträchtigt wird; das Bild erscheint also flau und undeutlich. Um diesen Nachteil zu vermeiden, sind einige Geräte mit einer Kontrastscheibe ausgestattet.

1.113 Die Sicherheit der Fernsehgeräte

Gleichartig ist heute bei allen Fernsehgeräten (Schwarzweiß- wie Farbempfänger) die Sicherheit vor Implosionsschäden der Bildröhre, vor der Strahlengefahr dieser Röhre und der Horizontal-Ablenkendstufe und etwaigen Spannungsschlägen beim Berühren von Gehäuseteilen.

Implosionsschutz

Bei Fernsehgeräten früherer Baujahre mußte vor dem Bildschirm eine Schutzscheibe angeordnet werden, die einerseits die Bildröhre vor mechanischen Schäden zu bewahren hatte, andererseits verhindern sollte, daß im Falle einer Beschädigung der Bildröhre der Zuschauer von herausfliegenden Glassplittern getroffen wird. Als Werkstoff für die ebene oder gewölbte Schutzscheibe dienten Hartglas, Mehrschichtenglas, harter

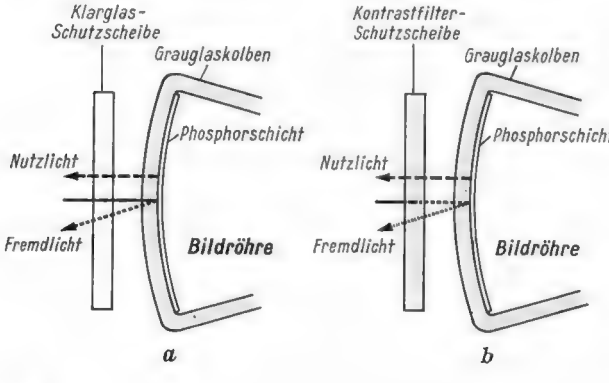


Bild 1.11–8 Durchlässigkeit des Nutz- und Fremdlichtes. a) bei einer Klarglas-Schutzscheibe, b) bei einer Kontrastfilter-Schutzscheibe

Kunststoff (wie Acrylglas und Makrolon) oder weicher Kunststoff (wie PVC). Mit der Erweiterung der Tagesprogramme und dem Wunsch, den Fernsehempfänger am Abend auch bei heller Umfeldbeleuchtung betreiben zu können, wurden die Schutzscheiben als *Kontrastfilter* ausgebildet. Die Wirkung solcher optischen Filter beruht darauf, daß sie durchgehendes Licht zu einem bestimmten Prozentsatz absorbieren, das vom Schirmbild kommende Licht nur einmal, das von der Raumbeleuchtung herrührende zweimal. Es tritt hier im Prinzip derselbe Effekt ein wie beim Grauglaskolben der Bildröhre. **Bild 1.11–8** zeigt diesen Vorgang schematisch, und zwar bei einer normalen Schutzscheibe (Skizze a) und bei der Kontrastfilterscheibe (Skizze b). Sieht man von Absorptionsverlusten im Klarglas ab, so läßt Skizze a erkennen, daß der Strahl des Fremdlichtes wohl ungeschwächt die Schutzscheibe passiert, aber vor und nach der Reflexion auf der Innenseite des Kolbenbodens eine zweimalige Abschwächung im Grauglasboden der Bildröhre erfährt. Das Nutzlicht, vom Bildschirm kommend, wird lediglich einmal im Grauglasboden geschwächt. Aus Skizze b geht hervor, daß die Kontrastfilterscheibe noch eine weitere doppelte Abschwächung des Fremdlichtes bewirkt. Das Nutzlicht wird dagegen im Kontrastfilter und im Grauglasboden der Bildröhre nur je einmal gedämpft. Bei eingefärbten Filterscheiben entsteht je nach dem Farbzusatz ein entsprechend getöntes Bild (z. B. Goldfilter). Die früher in bestimmten Empfängern verwendeten Selektivfilter (z. B. Siemens) haben für gewisse Abschnitte des sichtbaren Spektralbereiches erhöhte oder verringerte Durchlässigkeit. Hierbei machte man sich die Tatsache zunutze, daß die spektrale Zusammensetzung des von der Bildröhre ausgehenden Lichtes eine andere ist als die des Tageslichtes oder die künstlicher Lichtquellen.

Die separaten Schutzscheiben zeigten verschiedene Nachteile. Sie vergrößerten die ohnehin beträchtliche Gehäusetiefe. Ferner lagerte sich zwischen Röhre und Scheibe infolge des dort auftretenden elektrostatischen Feldes mit der Zeit eine Menge Staub ab, der nur schwer entfernt werden konnte. Außerdem ergab sich für die optischen Übergänge zwischen Luft und Scheibe eine zusätzliche Licht- und Kontrastminderung.

Geräte, etwa vom Baujahr 1963/64 an, bedürfen soweit keiner Schutzscheibe mehr, als in ihnen Bildröhren vorhanden sind, die nach VDE 0868/763 als implosionssicher gelten. Der Schutz ist bei den einzelnen Typen auf verschiedene Weise erreicht worden **(Bildtafel 1.11–V).**

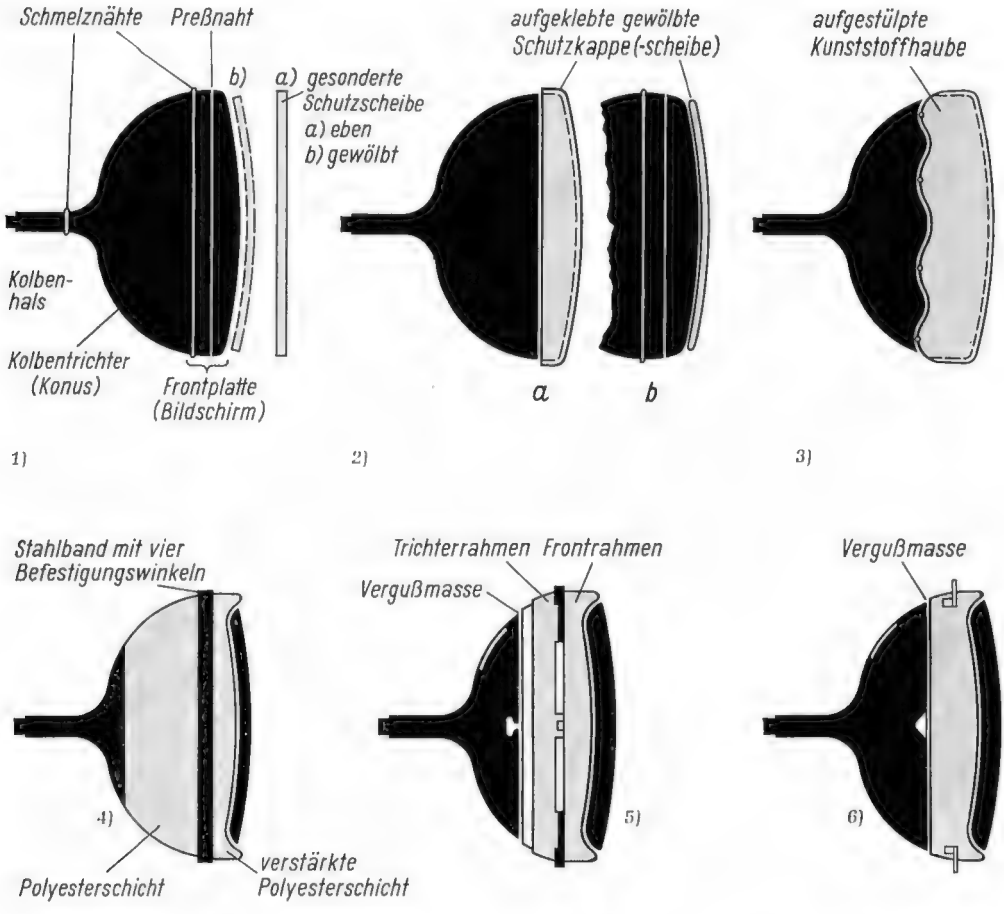
Die ersten Röhren solcher Art kamen aus den USA. Bei ihnen ist die Schutzscheibe praktisch auf der Bildröhrenfrontplatte aufgeklebt; es gibt dabei zwei Verfahren, die Twin-Panel- und die Bounded-Shield-Technik. Eine Twin-Panel-Röhre ist der seit 1963 in Deutschland fabrizierte Typ A 59–16 W. Um die Bildröhre implosionssicher und dennoch leicht zu machen, versah man zwischenzeitlich, etwa um 1961 herum, den Röhrentyp AW 59–90 mit einer Kunststoffhaube (Cornehl-Maske).

Später kam nach eingehenden Untersuchungen über die Verteilung von Glasspannungen an Bildröhrenkolben der Gedanke auf, das kritische Zugspannungsgebiet des Kolbens fest zu bandagieren. Man wählte dafür eine Glasfaser-Polyestermischung, die, etwas über den Schirmrand übergreifend, die Verschmelzungszone zwischen Schirm und Konus und diesen wiederum bis zum Halsübergang bedeckt (Erstausführung der Bildröhre A 59–11 W).

Bei den Nachfolgetypen ist auf Grund weiterer Festigkeitsversuche die Bedeckung verkleinert worden. Schließlich hat man sich auf einen schmalen, eng anliegenden Metallrahmen beschränken können, der durch ein relativ hartes Füllmittel mit dem Kolben vergossen wird.

Zugleich mit den Bildröhren, die den Polyesterüberzug erhielten, erschienen Röhren, die in der Übergangszone zwischen Frontplatte und Konus mit einem Metallmantel (-Manschette) umgeben sind (sogenannte M-Röhren, z. B. A 59–12 W). Auch hier folgten Typen mit schmalen Metallrah-

Bildtafel 1.11–V. Implosionsschutz bei Bildröhren



1) Bildröhre für Geräte mit ebener oder gewölbter Schutzscheibe aus Mehrschichtenglas, vorgespanntem Hartglas oder Kunststoff (z. B. AW 59–90)

2) Bildröhre mit aufgeklebter Preßglaskappe oder -scheibe
a) Twin-Planel . . . z. B. A 59–16 W } verschiedene
b) Bonded-Shield . . . } USA-Typen

3) Bildröhre mit Cornehl-Kunststoffhaube (z. B. bei der AW 59–90)

4) Bildröhre mit Polyestermantel und Stahlband mit vier Haltewinkeln (P-Röhre, z. B. die ersten Valvo-Röhren A 59–11 W, A 47–11 W)

5) Bildröhre mit zweiteiliger Metallmanschette. Vier Befestigungslöcher, zwei Hebeösen (M-Röhre, z. B. A 59–12 W)

6) Bildröhre mit einteiliger Metallmanschette. Vier Befestigungslöcher (z. B. A 59–12 W/2)

7) Bildröhre mit Metallrahmen zum Durchstecken im Gehäuse (z. B. A 59–23 W/A 50–120 W)

men. Die neueren Ausführungen, zum Beispiel A 59–23 W, A 47–26 W und A 28–14 W (bei SEL die sogenannten Selbond-Röhren, z. B. A 59–12 W/S), haben einen so schmalen, bis dicht hinter die Preßnaht zurückgezogenen Metallrahmen, daß bei einem entsprechend gewählten Ausschnitt in der Gerätefrontplatte die Röhre durchgesteckt, d. h. im sogenannten Push-Through-Verfahren eingebaut werden kann. Damit entfallen nun zusätzliche Abdeckmasken.

Strahlungsschäden

Beim Aufprall der Elektronen auf dem Bildschirm entsteht auch ein bestimmter Anteil weicher Röntgenstrahlung. Er wächst mit zunehmender Hochspannung, aber sehr gewissenhaft durchgeführte Labormessungen bei den Geräteherstellern sowie u. a. im Radiologischen Institut der Universität Freiburg, im Institut für Strahlenschutz der Gesellschaft für Strahlenforschung mbH München, in der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt in Braunschweig, im Institut für medizinische Strahlenkunde der Universität Erlangen haben ergeben, daß diese Röntgenstrahlung keinerlei schädigenden Einfluß auf die Betrachter hat. Die Intensität der Strahlung ist für den Betrachter bei weitem geringer als die einer Armbanduhr mit Leuchtziffern. Überdies liegt allein die Grundstrahlung aus natürlichen, zum Teil kosmischen, zum Teil irdischen Quellen, die der Mensch ständig ohne Beeinträchtigung seiner Gesundheit erträgt, um Dezimale höher als es die Zusatzbelastung durch den Fernsehempfang je sein könnte. Man muß dabei auch bedenken, daß die dicke, bleihaltige Frontplatte der Bildröhre für die weichen Röntgenstrahlen so gut wie undurchdringlich ist.

Bei Farbfernsehempfängern, die ja mit Hochspannungen von 25 kV arbeiten, kann die Quelle einer Röntgenstrahlung im Horizontal-Ablenkteil liegen, und zwar an der Ballasttriode, an der Hochspannungsgleichrichterröhre und an der Zeilen-Endröhre. Diese Strahlungen werden aber durch sorgfältig durchgeführte Abschirmungen beherrscht. Die Vorschrift VDE 0860, 2. Teil, § 19, verlangt, daß der bei Normbetrieb des Empfängers an der äußeren Oberfläche des Gehäuses gemessene Wert an keiner Stelle 0,5 Milliröntgen/Stunde (0,5 mr/h) überschreitet. Hierbei sei bemerkt, daß es außer der internationalen r-Einheit noch eine deutsche Röntgeneinheit gibt (1 R). Umrechnung 1 R ≙ 1.066 r. Der Bezug auf eine Zeiteinheit, beispielsweise auf eine Stunde (h), kennzeichnet die Dauer der Einwirkung einer Strahlung (ähnlich wie beim Fotografieren die Belichtungszeit).

Berührungsschutz

Für den Schutz gegen das Berühren spannungsführender Teile im oder am Fernsehgerät sorgen die in VDE 0860 Teil 1 und 2 zusammengefaßten Vorschriften für netzbetriebene Rundfunk- und verwandte Geräte. Diese Bestimmungen sind weitgehend mit den internationalen Empfehlungen, z. B. der IEC (International Electrical Commission), koordiniert.

Eine der Forderungen bezieht sich auf den Zugang zu diesen Gefahrenquellen, insbesondere die Rückwand des Empfängers. Sie darf nur mit einem Werkzeug (z. B. Schraubendreher) von dem Gehäuse zu lösen sein.

Eine weitere Vorschrift besagt, daß Bedienungsgriffe, Knöpfe und dergleichen, durch deren Entfernen oder Zerstören berührungsgefährliche Teile berührbar werden, zuverlässig befestigt sein und ausreichende mechanische Festigkeit besitzen müssen. Diese Forderung ist erfüllt, wenn das Befestigen z. B. durch mindestens zwei gegen Lockern gesicherte Schrauben erfolgt oder durch eine gesicherte Einzelschraube, wenn der Bedienungsteil nach einer halben Umdrehung der Schraube nicht entfernbar ist.

Verbindungsleitungen im Innern des Gerätes dürfen nicht mit Netzleitungen gebündelt, durch Rohre geführt oder unter gemeinsame Schellen geklemmt werden. Netzschalter müssen ausreichende Schaltleistung besitzen und das Gerät allpolig abschalten.

Äußere Anschlußstellen – ausgenommen die für den Netzanschluß – dürfen nicht

leitend mit dem Netz verbundene Teile sein (wichtig für Fernbedienungen!)

Entscheidend für die Gefährlichkeit beim Berühren leitender Teile ist nicht die Spannung, sondern die Stärke des Stromes, der den menschlichen Körper durchfließt. Außerdem kommt es darauf an, welchen Weg der Strom durch den menschlichen Körper nimmt (z. B. von Hand zu Hand oder von der Hand zu den Füßen) und wie lange er fließt. Schließlich besteht noch ein Unterschied der Wirkung zwischen Gleich- und Wechselstrom. Die Höhe der Spannung spielt nur insoweit eine Rolle, als sie unter gegebenen Bedingungen einen Strom bestimmter Stärke zur Folge hat. Langjährige Erfahrungen zeigen, daß ein Wechselstrom zwischen 10 und 500 Hz, also gerade der Netzstrom (50 Hz), für den Berührenden sehr kritisch ist. Ströme von 2 mA registrieren die Muskeln bereits durch Zucken. 10 mA verträgt der Mensch noch gefahrenlos, aber bei 20 mA vermag er wegen Muskelverkrampfung eine umfaßte Leitung schon kaum mehr loszulassen. 50 mA können ihn bewußtlos machen. Darüber hinaus droht Lebensgefahr, besonders wenn die Einwirkung länger als 1 Sekunde dauert.

Bei Gleichstrom verträgt der Mensch etwa die vierfachen Werte wie bei Wechselstrom von der Frequenz 50 Hz. Auch Wechselströme bei 500 Hz sind um den Faktor 4 ungefährlicher; bei noch höheren Frequenzen nimmt die Wirkung rasch ab. Bei Hochfrequenz empfindet man nur Wärme.

Außer den vorgenannten Strömen, die über eine bestimmte Zeit gleichmäßig fließen, gibt es Kondensatorentladungen, die beim Berühren entsprechender Leiter und Bauteile Schock- und andere Wirkungen verursachen können. Kondensatorentladungen von 0,25 Ws (Wattsekunden) werden schon als unangenehm empfunden. Mit einem Wert von 50 Ws sind sie lebensgefährlich.

Bildröhren der Schwarzweißtechnik haben eine Kapazität von etwa 2 000 pF. Das ergibt bei einer Hochspannung von 20 kV nach der Formel

$$Q = \frac{U^2 \cdot C}{2}$$

eine Entladungsenergie von 0,4 Ws. Man erhält dann beim Berühren des Hochspannungsanschlusses zwar einen höchst unangenehmen elektrischen Schlag, ist aber bei der direkten Auswirkung noch weit von der lebensgefährlichen Grenze entfernt.

Eine andere Gefahr könnte der aus der Hochspannungsquelle kommende Dauerstrom bedeuten. Es wurde jedoch durch Messungen festgestellt, daß er bei einem ohmschen Widerstand von 2,3 kΩ nicht über 32 mA hinausgeht und selbst bei einem Kurzschluß über 200 Ω den Strom auf 45 mA begrenzt. Dieser Wert liegt in der bereits erwähnten Grenze von 50 mA für Gleichspannungen. Ergänzend ist zu bemerken, daß jener Strom nur relativ kurze Zeit fließen kann, da bei solchen Stromstärken die Spannung am Zeilentransformator zusammenbricht und die Hochspannungsgleichrichterröhre unterheizt wird. Nach 3 bis 6 Sekunden verschwindet daher die Hochspannung automatisch.

Farbfernsehgeräte weisen eine Anodenspannung von 25 kV auf, die Kapazität der Bildröhre ist aber etwa die gleiche wie bei Schwarzweiß-Röhren. Wir werden also hier nach unserer Q-Formel eine Entladungsenergie von 0,58 Ws erhalten, die sich im Berührungsfall gleicherweise unangenehm auswirkt, aber nicht den Betroffenen ernstlich gefährdet. Nach der Kondensatorentladung können bei dem Hochspannungsgenerator in Geräten, die über eine Strombegrenzer-Schaltung verfügen, nur max. 2 mA fließen. Auch bei Ausfall dieser Schutzschaltung übersteigt der Strom nicht den Wert von 20 mA. Ein Berühren der Anodenklemme sowohl der Schwarzweiß-Bildröhre wie der Farbbildröhre ist also normalerweise ungefährlich.

Vorgenannte Überlegungen betreffen bereits einen theoretischen Grenzfall, in der Praxis liegen die Verhältnisse noch harmloser: Nähert man sich bei geöffneter Rückwand mit der Hand einem hochspannungsführenden Teil, so wird je nach seiner Formgebung in 10 bis 30 mm Entfernung ein Funke auf die Hand überschlagen. Durch die Schreckwirkung und das „automatische"

Zurückzucken der Hand wird es dann aber kaum zu einer tatsächlichen Berührung kommen.

An dieser Stelle sei allerdings bemerkt, daß die bei solchen Funkenentladungen entstehenden, mitunter stecknadelkopfgroßen Brandwunden trotz ihrer Harmlosigkeit recht schmerzhaft sind und daß außerdem die Schreckwirkung indirekte Folgen auszulösen vermag. Auf jeden Fall kann aber das Berühren der netzspannungsführenden Teile wesentlich gefährlicher sein als das der hochspannungsführenden Bildröhre.

1.12 Geräteaufstellung und Raumbeleuchtung

Für das Aufstellen eines Fernsehgerätes gibt es eine Reihe von Erfahrungsgrundsätzen, die man, wo immer möglich, respektieren sollte. In der Regel ist man auf einen Kompromiß zwischen den verschiedenen Forderungen angewiesen, wobei einige, die die Sicherheit des Gerätes betreffen, allerdings nicht abzuhandeln sind.

Das Gerät soll stehen:

1. auf stabilem Untergrund (Kein leichter Teewagen u. dgl.),
2. möglichst nahe der Antennenanschlußdose (die Empfängeranschlußkabel sind meist auf 130 cm zugeschnitten),
3. möglichst nahe der Steckdose, so daß die Netzzuleitung des Empfängers (meist 140 cm) ausreicht,
4. nicht zu nahe einem Heizkörper, damit die Betriebswärme des Gerätes in ihren Grenzen bleibt,
5. nicht in einem Fach, in dem die Wärme gestaut wird,
6. dem Fenster so abgewendet, daß kein Tageslicht unmittelbar auf den Bildschirm fällt,
7. den Sitzplätzen so zugewendet, daß keine umständliche Neuplacierung notwendig ist.

Ergänzend zu diesen Punkten sollen noch einige Bemerkungen folgen über Betrachtungsabstand, -winkel und -höhe in bezug auf den Bildschirm sowie über die Art und Stärke der Umfeldbeleuchtung.

Die Entfernung der Betrachter vom Bildschirm darf weder zu groß noch zu klein sein.

Die *ungefähren Richtmaße* für den minimalen, optimalen (günstigsten) und maximalen Abstand sind in Abhängigkeit von der Bildröhrengröße (rechnungsmäßig von der Bildhöhe = Bildmaskenausschnitt) folgende:

Absolute Werte für die Betrachtungsabstände lassen sich nicht angeben, weil hier viele Faktoren, z. B. die Bildschärfe, der Bildinhalt (ruhende oder stark bewegte, porträtartige oder tiefgestaffelte Szenen), die Raumbeleuchtung und nicht zuletzt etwaige Augenfehler mitwirken. Wichtig ist für alle Empfänger ohne zeilenfreie Bildwiedergabe stets der Minimalabstand. Man verfährt dann am besten, wenn man dem neuen Fernsehteilnehmer empfiehlt, sich mindestens so weit vom Empfänger entfernt zu setzen, daß die Zeilenstruktur des Bildes nicht mehr erkennbar ist. Für Farbfernsehempfänger gilt als Mindestabstand der, bei dem man die drei Farbstoffpunkte nicht mehr getrennt wahrnimmt. Für Kinder gelten die oben angeführten Mindestabstände. Wer weit- oder kurzsichtig ist und bei normalem Betrachtungsabstand nach längerem Zuschauen ermüdet, sollte eine besondere Fernsehbrille tragen. Sie korrigiert den Augenfehler auf den Sehabstand von 3...5 m und kann zum Angleich der Bildschirm- und Raumlichtfarbe (sogenannter Zwielichteffekt) auch gleich als Filterglas ausgeführt werden.

Der Betrachtungswinkel – auf die Mittellinie zum Bildschirm bezogen – kann bis zu 45 ° betragen, ohne daß sich irgendwelche Geometrieverzerrungen ergeben, jedoch entspricht es der natürlichen Betrachtungsart, das Bild möglichst frontal zu sehen.

In diesem Zusammenhang sei noch darauf hingewiesen, daß die Tiefe des Sitzes möglichst der Höhe des Bildschirmes vom Boden entsprechen sollte, so daß der obere Bildschirmrand etwa mit der Augenhöhe übereinstimmt. Wenn man das Bild von un-

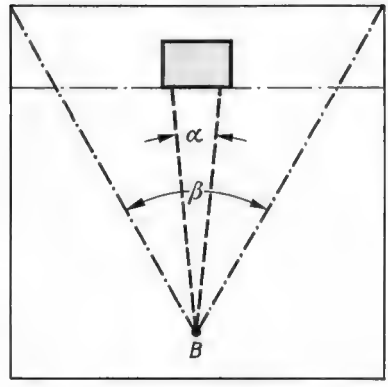


Bild 1.12–1 Fernsehen im Dunkeln führt zur Überanstrengung der Augen (B = Betrachter, α = Blickwinkel für Fernsehbild, ß = Blickwinkel für Umfeld

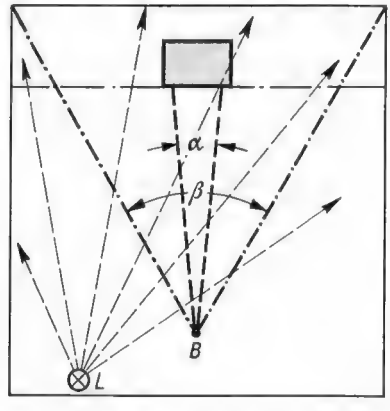


Bild 1.12–2 Fremdlicht auf dem Bildschirm beeinträchtigt den Kontrast (L Leuchte, sonstige Bezeichnungen wie in Bild 1.12–1)

ten herauf betrachtet, ermüdet das Zuschauen; deshalb wird man einen Tischfernseher nicht auf eine hohe Kommode stellen, sondern auf einen 40...50 cm hohen Hocker. Der Zuschauer soll sich beim Betrachten des Bildes mit aufrechtem Nacken zurücklehnen können, damit sich der nach des Tages Anstrengungen verkrampfte Körper entspannen kann. Die Möbelindustrie bringt hierfür geeignete Fernsehsessel heraus.

Sehr wichtig beim Fernsehen ist die Frage der Raumbeleuchtung **(Bild 1.12–1 bis 4).** In früheren Jahren mußte man das Zimmer verdunkeln bis zu dem Extremfall der völligen Dunkelheit. Das Außenlicht wirkte dem noch relativ schwachen Nutzlicht des Bildschirmes entgegen. Der Kontrast war gering, der Lichtwert „schwarz" blieb selbst bei starkem Aufdrehen des Kontrasteinstellers „grau". Seit Bildröhren mit Grauglasschirm

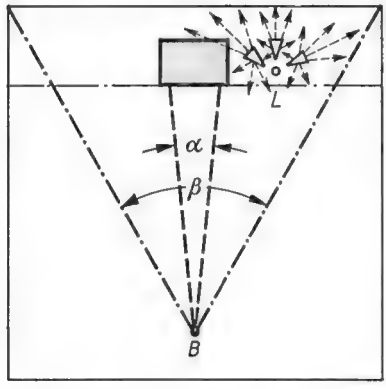


Bild 1.12–3 Umfeldbeleuchtung für augenschonendes Fernsehen bei Verwendung einer herkömmlichen Leuchte (Bezeichnungen wie in Bild 1.12–2)

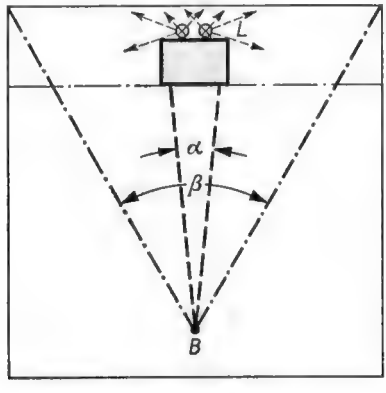


Bild 1.12–4 Umfeldbeleuchtung für augenschonendes, reflexfreies Fernsehen bei Verwendung einer Spezial-Fernsehleuchte (Bezeichnungen wie in Bild 1.12–2)

und einer Aluminium-Verspiegelung hinter der Leuchtschicht geschaffen worden sind, wuchs zugleich mit der Schirmhelligkeit der Kontrast. Das Fernsehen im Dunkeln ist also keinesfalls mehr begründet. Wer dennoch glaubt, es empfehlen zu müssen, weil ja auch bei der Dia- und Filmprojektion der Raum verdunkelt wird, geht von falschen Voraussetzungen aus. Im Kino nimmt nämlich die Projektionsfläche praktisch das gesamte Blickfeld in Anspruch, während beim Fernsehen das Auge neben dem Bildschirm noch einen großen Teil der Umgebung erfaßt. Wäre diese nun dunkel, so ergäbe sich ein so starker Helligkeitsunterschied, daß er dem Auge unzuträglich würde, zumal das Schirmbild etwa 100mal heller ist als das Kinobild.

Heute „verdunkelt" man den Raum nur noch mäßig, so daß der Helligkeitsunter-

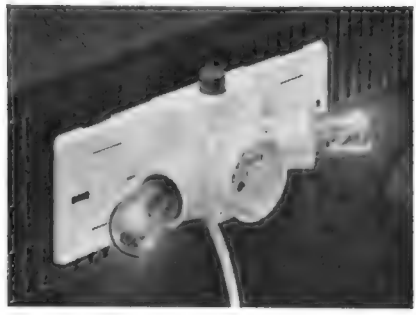


Bild 1.12–5 Ideal-Fernsehleuchte (Ideal-Fernseh-Leuchte KG)

schied zwischen dem Bildschirm und der Umgebung nicht mehr so kraß in Erscheinung tritt. Der Fernsehzuschauer kann nunmehr seinen Blick auch einmal auf andere Teile des Raumes richten. Dabei stellt sich die Linse auf neue Entfernungen ein, was die Augen beruhigt.

Natürlich muß man bei der Raumbeleuchtung darauf achten, daß auf den Bildschirm kein starkes Licht fällt. Dies gilt insbesondere – wie später noch beschrieben – für den Farbfernsehempfang. Ein Zuziehen der Fenstervorhänge am Tage erübrigt sich meist, wenn man das Fernsehgerät so aufstellt, daß die Rückwand oder wenigstens eine Seitenfront dem Fenster zugekehrt ist.

Eine leichte Abschwächung des Kontrastes bei Aufhellung des Bildschirmes durch das Fremdlicht kann man durch Einstellen eines stärkeren Kontrastes wieder ausgleichen.

Wie man nun häufig neben einer allgemeinen Raumbeleuchtung noch eine örtliche Beleuchtung hat und sowohl die eine wie die andere und schließlich auch beide nach Belieben und Bedarf einschaltet, kann man für das Fernsehgerät ebenfalls eine besondere Beleuchtung vorsehen, nur daß diese nach anderen Gesichtspunkten eingerichtet wird.

Als günstigste örtliche Beleuchtung für ein augenschonendes blendungs- und ermüdungsfreies Fernsehen hat sich eine Lichtquelle erwiesen, die nur die Wand hinter dem Fernsehgerät bestrahlt. Sie darf aber den Betrachter nicht blenden, auch müßte man dafür sorgen, daß keine Reflexe von verglasten Bildern u. ä. erfolgen. Man kann eine Ständer- oder Tischleuchte mit zwei oder drei verstellbaren Kegelschirmen verwenden und je nach Wandfarbe und Abstand Glühlampen von 15 bis 40 Watt wählen, etwa in der – heute allerdings schon antiquierten – Art nach Bild 1.12–3. Besser ist eine Leuchte hinter dem Gerät, weil sie dann nicht auffällt und die angeleuchtete Zimmerwand wie ein Aureolenschein um das Gerät wirkt.

Seit einigen Jahren gibt es dafür fabrikseitig gefertigte Fernsehleuchten, die mit Federhaken auf der Rückwand des Fernsehgerätes befestigt werden. Ein Muster davon zeigt **Bild 1.12–5.** Die Steckdose im Leuchtengehäuse dient dem Anschluß des Fernsehgerätes, man braucht also für dieses und die Leuchte nur eine Zuleitung zum Netz. Für das Ein- und Ausschalten der Leuchte und des Fernsehgerätes, das unabhängig voneinander durchgeführt werden kann, ist in der Leuchte ein Schalter eingebaut enthalten, den man von der Bildschirmseite des Fernsehgerätes aus leicht erreicht.

Eine solche Leuchte bewirkt eine schattenlose, diffuse Umfeld-Ausleuchtung in der Umgebung des Fernsehgeräte-Standorts, so daß die grelle Lichtwirkung des Fernsehbildes ohne Kontrastverlust weitgehend aufgehoben wird. Störende Lichtreflexe auf dem Bildschirm können naturgemäß nicht auftreten. Nur muß man das Fernsehgerät natürlich soweit von der Wand entfernt aufstellen, daß sie ausreichend angeleuchtet werden kann. Die Firma Osram hat für diese Leuchte in farblicher Anpassung an den Bildschirm Glühlampen (E 14) in blaßgrünlicher Färbung (15 und 25 W) entwickelt, die auch dem Farbfernsehen angemessen sind.

Bei der Anbringung solcher Leuchten ist noch zu beachten, daß die Wärmeabfuhr des Fernsehgerätes nicht eingeschränkt werden darf. Die Entlüftungslöcher der Rückwand sind daher weitgehend freizuhalten. Vorgenannte Bedingung ist bei dem beschriebenen Modell erfüllbar, weil am Leuchtengehäuse entsprechende Abstandsbügel angebracht sind. Überdies läßt die Schrägstellung der

Glühlampen (abstrebend von der Rückwand) auch keine Hitzeentwicklung, in das Innere des Gerätes gerichtet, erwarten. Die Entlüftungslöcher der Rückwand des Fernsehgerätes sollen übrigens auch nicht von herunterhängenden Schon- und Zierdeckchen verdeckt werden. In diesem Zusammenhang sei auch auf die Bodenventilation hingewiesen. Sie kann leicht beeinträchtigt werden, wenn das Gerät auf einer weichen Unterlage, wie Plüsch, Samt oder Filz, steht.

1.13 Anschlußfragen

1.131 Netzanschluß

Die Fernsehgeräte – obwohl in Allstromweise geschaltet – sind aus betriebstechnischen Gründen meist für Wechselstromanschluß ausgelegt. Die Betriebsspannung ist mit 220 V ± 10 % bemessen. In den seltenen Fällen, in denen das Versorgungsnetz 110, 125 oder 150 V ~ aufweist, muß ein entsprechend dimensionierter *Vorschalttransformator* benutzt werden (siehe Abschnitt 4.82).

Der *Netzstecker* ist bei den Fernsehgeräten so ausgebildet, daß er sich in Schukosteckdosen einführen läßt. Laut VDE-Vorschrift muß er jedoch mit der Zuleitung eine unzertrennliche Einheit bilden.

Beim Anschluß des Gerätes an die Steckdose sollten wir an die VDE-Vorschrift denken, daß Doppelstecker (sogenannte Abzweigstecker) jeder Art nicht mehr dem Stand der Technik entsprechen und unzulässig sind. Im Bedarfsfall wird daher eine *Mehrfachsteckdose* empfohlen; sie läßt sich ohne Neuinstallation einbauen, wenn man es nicht vorzieht, bewegliche (an Schnüren befindliche) Mehrfachsteckdosen zu verwenden.

1.132 Antennenanschluß

Die Anschlußbuchsen für die VHF- und UHF-Antennen liegen an der Rückseite des Gerätes. In die Normbuchsen, nach DIN 45 317, passen nur Stecker nach gleicher Norm. Gegebenenfalls sind Zwischenstecker zur Aufnahme von bisher üblichen Steckern zu verwenden. **(Bild 1.13–1).**

Von Portables abgesehen verfügt heute kein Fernsehgerät mehr über eine Einbauantenne. Die in älteren Empfängern vorhandenen Breitband-Dipole sollten auch lediglich in Ausnahmefällen benutzt werden, die sich hin und wieder ergeben, wenn der Empfangsort mit großer Feldstärke (unmittelbare Sendernähe) versorgt wird und keine stärkeren Reflexionen auftreten. Dabei ist der herausragende Stecker in die Antennenbuchsen für VHF und gegebenenfalls ein zweiter, entsprechend bezeichneter Stecker in die Antennenbuchsen für UHF einzuführen und im Betriebszustand unter Beachtung des Bildes der günstigste Platz für den Empfänger auszuprobieren. Schon geringe Ortsveränderungen können wesentlich geänderte Empfangsverhältnisse hervorrufen.

Über die Planung, richtige Wahl und Montage von Fernsehantennen unterrichtet bereits ein umfangreiches Schrifttum, so daß an dieser Stelle von weiteren Informationen abgesehen werden kann. Einige grundsätzliche Bemerkungen über Antennen werden im Teil 6 dieses Buches gemacht. Über An-

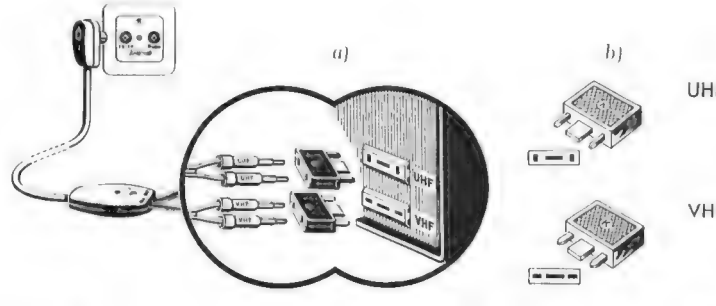


Bild 1.13–1 Zwischenstecker für Fernsehantennen-Anschlußbuchsen nach neuer Norm (DIN 45317)
a) Hirschmann,
b) Kathrein

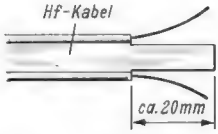


Bild 1.13–2 Zurichten des Bandendes

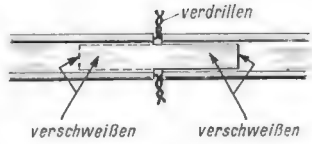


Bild 1.13–3 Verbinden der Bandenden

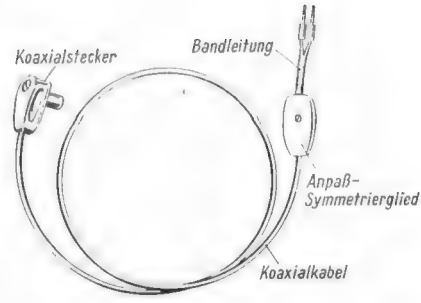
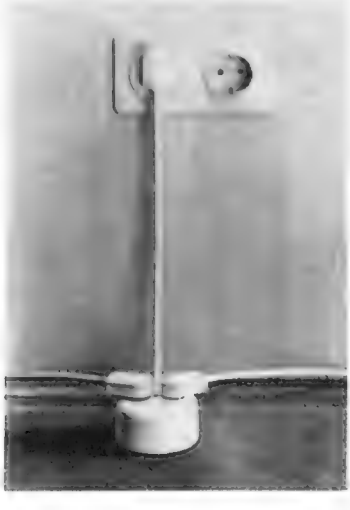


Bild 1.13–4 Empfängeranschlußkabel für Koaxial-Antennendosen

tennenfehler und Empfangseinflüsse wird dort gleichfalls berichtet.

Sollte eine Fernsehantenne schon vorhanden sein und die Zuleitung zum Empfänger nicht ausreichen, so verlängert man ein Bandkabel wie folgt: Zunächst werden die Enden der miteinander zu verbindenden Kabel längs den beiden Adern so weit eingeschnitten, daß ein ca. 20 mm langer Mittelsteg verbleibt **(Bild 1.13–2).** *Dann biegt man* die beiden Adern etwas zur Seite und isoliert sie ab. Nun schiebt man die Bandenden so weit übereinander, daß die Isolationen hinter den freigelegten Adern zusammenstoßen **(Bild 1.13–3).** Die blanken Adern werden miteinander verdrillt, verlötet und auf etwa 2 bis 3 mm gekürzt. Anschließend verschweißt man die Stege der beiden Bandenden miteinander. Dazu wird ein Lötkolben benötigt, dessen Spitze – mit einem Lappen abgerieben – nur einen leichten Zinnbelag aufweist. Mit der Breitseite der Lötkolbenspitze bestreicht man die sich überlappenden Stege; sie werden durch den Einfluß der Wärme flüssig und verschmelzen ineinander. Indem man den Lötkolben an die Leiterenden führt, werden auch sie mit Kunststoff umhüllt. Auf diese Weise erhält man nach dem Abkühlen eine feste und elektrisch stoßwellenfreie Verbindung; sie ist besser als ein Zwischenglied mit Schrauben.

Empfängeranschlußkabel für Koaxial-Antennendosen gibt es in verschiedenen Längen (z. B. 1,25/2,50/4,00 m). Will man ein vorhandenes Kabel verlängern, so wechsele man das Koaxialkabel zwischen dem Anpaß-Symmetrierglied und dem Koaxialstecker gegen das längere Stück aus **(Bild 1.13–4).**



Links:
Bild 1.13–5 Zweitgerätverteiler SAD 5200 ohne Verstärker. Frequenzbereich 47...862 MHz, Verteilerdämpfung 3,5 dB (Siemens).

Rechts:
Bild 1.13–6 Zweitgerätverteiler SAV 3200 mit Verstärker. Frequenzbereich 47...862 MHz. Aussteuerungsgrenze: 40 mV ≙ 92 dBµV bei 2 Kanälen und 60 dB FM-Abstand. Verstärkung: 10 dB. Rauschzahl (Rauschmaß): VHF 5 (7 dB), UHF = 8 (9 dB). Netzleistungsaufnahme: ≈ 5 W (Siemens).

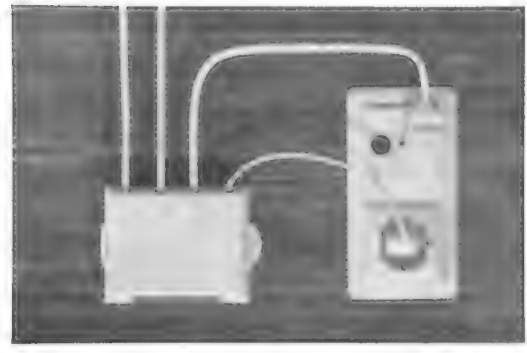


Bild 1.13–7 Spezialverteiler für zwei Anschlüsse, mit Transistorverstärker, Typ TS 60. Frequenzbereich 47...790 MHz. Aussteuerungsgrenze 30 mV ≙ 90 dBμV bei 2 Kanälen und 60 dB IM-Abstand. Verstärkung 10 dB (VHF), 8 dB (UHF). Rauschzahl (Rauschmaß): VHF = 4 (5...6 dB), UHF = 8 (8...9 dB) Netzleistungsaufnahme ≈ 3 W (Astro).

Oft möchte man an ein und dieselbe Antennensteckdose ein Zweitgerät, gegebenenfalls auch einen Farbfernsehempfänger, anschließen. Hier ist ein *Zweitgerätverteiler* zu empfehlen, den es als Fertigerzeugnis ohne und mit eingebautem Verstärker gibt. Die **Bilder 1.13–5/6** zeigen je ein Modell von Siemens, das **Bild 1.13–7** zeigt einen Allbereich-Transistorverstärker von Astro, der für den vorgenannten Zweck benutzt wird. Es gibt heute viele Fabrikate dafür.

1.14 Richtige Bedienung

Die Bedienung der Fernsehgeräte ist heute bei allen Typen im Prinzip die gleiche. Abweichend sind lediglich Art und Lage der Bedienungsorgane. Es kann sich um Knöpfe (Doppelknöpfe), Rändelscheiben (Rändelwalzen) sowie um Druck- und Schiebetasten handeln. Man findet sie jetzt meist an der Frontseite, rechts neben dem Bildschirm, und zwar offen oder (z. T.) verdeckt. Diese Plazierung hat gegenüber früher üblichen Anordnungen, bei denen man z. B. den Kanalwählerknopf an der rechten Seitenwand unterbrachte, den Vorteil, daß man das Gerät auch in Regale oder Wohnschränke stellen kann.

Im allgemeinen sind bei den neueren Geräten der Reihe nach folgende Einstellungen vorzunehmen:

A) Voraussetzungen

1. Einschaltknopf (oder -taste) betätigen (evtl. mit anderen Positionen verknüpft).

2. Lautstärkeknopf* (oder -schieber) auf etwa 1/3 der vollen Lautstärke einstellen.

3. Helligkeitsknopf* (oder -schieber) auf etwa 2/3 der vollen Helligkeit einstellen.

4. Kontrastknopf* (oder -schieber) auf etwa 2/3 des vollen Kontrastes einstellen.

Ton und Bild erscheinen nach dem Einschalten in Abständen von je 40 bis 60 Sekunden (siehe Abschnitt 4.211). Der Ton wird durch eine Schaltmaßnahme bis zum Erscheinen des Bildes gesperrt. Bei neueren Geräten mit transistorisiertem Tonkanal erscheint der Ton sofort nach dem Einschalten.

B) Programmwahl

5. Gewünschten Sender durch Drücken der entsprechenden Programmwahltaste oder Drehen des Einknopf-Programmwählers in die entsprechende Rastung einstellen, wobei vorausgesetzt wird, daß dieser Sender bereits eingespeichert worden ist, was meist aus der Kanalanzeige auf einer Skala hervorgeht (siehe unter E).

Bei älteren Geräten kann man zwischen zwei Programmen wählen, die vorher durch Drehen des VHF-Kanalwählerknopfes in eine entsprechende Rastung (Kanal 2...4, 5...12 im Bereich I, III) bzw. durch Drehen des stufenlos einstellbaren UHF-Abstimmknopfes (oder einer Rändelscheibe) auf den gewünschten Kanal 21...60 im Bereich IV/V programmiert werden. Vorgenanntes System

*) Die Bezeichnung „Regler" wurde hier wie bei allen Einstell-Organen, die von Hand betätigt werden, vermieden.

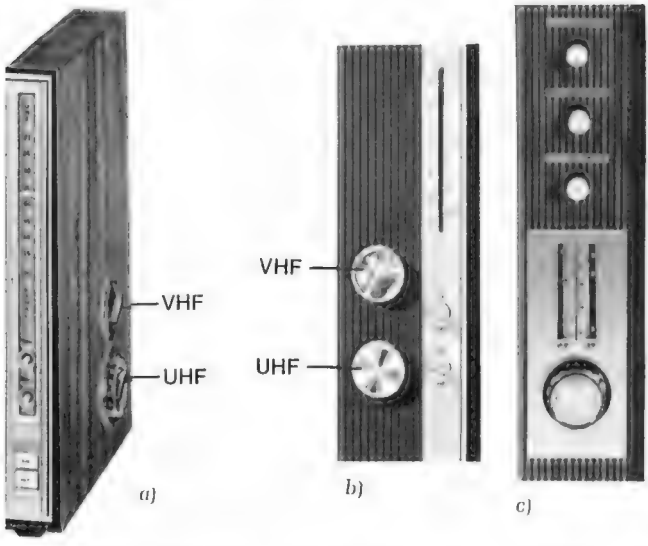


Bild 1.14–1 Einige Beispiele der Zwei-Programm-Wahl

a) Telefunken FE 212, Baujahr 1962/63, gesonderte Antriebe für VHF und UHF

b) Metz-Santos, Baujahr 1966/67, gesonderte Antriebe für VHF und UHF

c) Grundig/Lumophon, Fernsehboy P 1200, Baujahr 1967/68, Duplex-Antrieb für VHF und UHF

(Bild 1.14–1) bietet die einfachste Art einer Einspeicherung, läßt allerdings auch nur die Wahl zwischen zwei Programmen zu. Die Programmumschaltung erfolgt durch Drücken der UHF/VHF-Taste oder jeweils einer gesonderten Taste dafür. Für den VHF-Bereich ist zusätzlich ein Knopf (gegebenenfalls eine Rändelscheibe) für die Oszillatorfeinabstimmung vorgesehen, der zu Beginn des Einstellvorgangs zunächst in Mittelstellung gebracht werden sollte.

Bei einigen neueren, namentlich tragbaren Geräten ist dieses System der Zwei-Programm-Wahl modifiziert.

C) Nacheinstellungen (s. Bildtafel 1.14–I)

6. Helligkeitseinsteller

Bei einem zu hellen Bild (keinerlei Schwarzwert, Überstrahlung, Flimmereffekt) muß man dieses Bedienungsorgan so betätigen, daß das Bild insgesamt etwas dunkler wird (Helligkeitsminderung). Im umgekehrten Falle, wenn das Bild insgesamt zu dunkel ist, hat man den Heligkeitseinsteller gegenläufig zu bedienen (Aufhellung).

7. Kontrasteinsteller

Erscheint das Bild silhouettenhaft, d. h. ohne Zwischentönungen – in den weißen Stellen zu hell und in den dunklen Stellen tiefschwarz, so ist der Kontrast zu stark; man muß den Kontrastknopf oder -schieber etwas zurückstellen (Kontrastminderung). Falls das Fernsehbild nur Grautöne aufweist, also zu flau ist, verstellt man den Kontrasteinsteller etwas in Gegenrichtung (Kontrasterhöhung).

Bemerkung

In der Beherrschung des Wechselspiels zwischen Helligkeit und Kontrast liegt die Kunst des Einstellens einer gut abgetönten Bildwiedergabe. Sie ist dann richtig, wenn bei Nahbetrachtung in den dunkelsten Bildteilen die Zeilenstruktur gerade noch wahrzunehmen ist und sich in Weißflächen noch kein störendes Flimmern bemerkbar macht.

Die Kontrast- und Helligkeitseinstellung hängen im übrigen von der Umgebungshelligkeit des Fernsehbildes ab. Des gleichbleibenden Bildeindruckes wegen ist es notwendig, in hellen Räumen mehr Kontrast und Helligkeit einzustellen als in dunklen. Da nun zum Beispiel mit fortschreitender Tageszeit jeweils andere Einstellungen zu wählen wären, sind einige Geräte mit Automatiken versehen, die durch ein lichtempfindliches Element die Einstellungen der jeweiligen Raumhelligkeit anpassen.

Bildtafel 1.14–I. Schaubilder zur Bedienung

falsch: **richtig:** **falsch:**

1. Helligkeitseinstellung

2. Kontrasteinstellung

3. Feinabstimmung

4. Bildfrequenzeinsteller (vertikaler Bildfang)

5. Zeilenfrequenzeinsteller (horizontaler Bildfang)

8. Feinabstimmung

Die richtige Einstellung der Feinabstimmung erkennt man am besten an der Wiedergabe der senkrechten Konturen im Bild. Sind diese unscharf und verwaschen, so muß der Knopf in Richtung „Plastik" gedreht werden. Erscheint aber das Bild durch überbetonte senkrechte Konturen reliefartig plastisch, und erreicht man den Abstimmpunkt, wo die Interferenzen zwischen Bild- und Tonträger als „Griesseln" auf dem Bildschirm störend sichtbar werden, dann dreht man den Abstimmknopf um einen geringen Betrag zurück, bis die Interferenzen völlig verschwunden sind.

Innerhalb des Bereiches, der zwischen beiden Fehleinstellungen liegt, hat man die Möglichkeit, die Konturenschärfe des Bildes nach persönlichem Geschmack zu wählen und der jeweiligen Sendung anzupassen. Beim Empfang über große Entfernungen, wo das Rauschen als „Grieß" oder „Schnee" im Bild sichtbar wird, ist es ratsam, die Feinabstimmung nicht auf optimale Schärfe, sondern auf etwas weichere Bildkonturen einzustellen. Ferner sollte man den Betrachtungsabstand vergrößern, da dann das Rauschen im Bild nicht mehr so auffallend ist.

Bei automatischer Feinabstimmung erübrigt sich die Handeinstellung, wenn die Automatik den örtlichen Empfangsverhältnissen angepaßt worden ist. Dies läßt sich leicht kontrollieren, indem man bei ausgeschalteter Automatik mit dem Feinabstimmungsknopf das Gerät auf bestmögliche Bildwiedergabe einstellt und dann durch Umschalten von Hand- auf Automatikabstimmung vergleichend nachprüft, ob die Automatik die gleiche Bildgüte ergibt. Ist das nicht der Fall, so läßt sich durch eine Service-Einstellung (s. Fabrikanweisung) der gewünschte Zustand herbeiführen.

Grundsätzlich läßt sich die Feinabstimmung auch durch die Qualität der Tonwiedergabe beurteilen bzw. korrigieren. Ein sehr unscharf eingestelltes Bild bewirkt eine leise und dumpfe Wiedergabe, während ein Bild mit überbetont plastischen Konturen das typische Intercarrier-Brummen (Knattern) hörbar werden läßt. Die richtige Abstimmung liegt wieder zwischen beiden Fehleinstellungen. Da der Bereich einwandfreier Tonqualität im allgemeinen breit ist, liefert diese Art der Abstimmung ein ungenaueres Kriterium, als es die Betrachtung des Bildschirms ermöglicht.

9. Lautstärkeeinsteller

Der Grad der Lautstärke richtet sich nach der Art der Sendung, den Wünschen der Zuhörer und der Schalldurchlässigkeit der Nachbarwände. Niemand darf durch Lärm belästigt werden.

10. Tonblende, Höhen- und Tiefeneinsteller

Mit der Tonblende kann man die Klangfarbe dem persönlichen Geschmack anpassen; eine Betonung der Bässe tritt meist bei Linksdrehung, hellere Klangfarbe bei Rechtsdrehung auf. Da es beim Fernsehen besonders auf gute Sprachverständlichkeit ankommt, wird man die Tonblende möglichst auf „hell" einstellen. Sind zwei Knöpfe für die Klangfärbung vorhanden (Höhen- und Tiefeneinsteller, so erfolgt die Handhabung wie beim Rundfunkgerät.

11. Sprache/Musiktaste, Klangregister

Mit der heute noch an verschiedenen FS-Portables vorhandenen Sprache/Musiktaste und – im umfassenden Maße – mit dem an einigen früheren Geräten vorzufindenden Klangregister kann man die Tonwiedergabe dem Charakter der Sendung anpassen.

Fernbedienungsanschluß

Mit einem Fernbedienungsgerät können verschiedene Bedienungsfunktionen vom Platz des Beschauers aus gesteuert werden. So läßt sich vor allem die Lautstärke ändern. Außerdem kann man Helligkeit und Kontrast des Bildes nachstellen, wenn sich diese Komponenten im Verlauf der Sendung – insbesondere bei Filmübertragungen – ändern. Bei einigen Typen sind auch das Ein- und Ausschalten des Gerätes sowie die Programm-Umschaltung möglich.

Die Fernbedienungseinrichtung (Steuergerät) wird über den Spezialstecker der Zuleitung an die hierfür vorgesehenen oder

nachträglich eingesetzten Anschlußbuchsen auf der Rückseite des Gerätes angeschlossen. Damit sie einwandfrei arbeitet, müssen die Potentiometer am Fernsehempfänger in bestimmte vorgeschriebene Stellungen fixiert werden (siehe jeweilige Bedienungsanleitung). Es gibt auch Ultraschall-Fernbedienungen.

D) Sondereinstellungen (s. Bildtafel 1.14–I)

12. Bildfrequenzeinsteller (vertikaler Bildfang)

Läuft das Bild in vertikaler Richtung mehr oder minder schnell über den Schirm („Fahrstuhl"), so ist der Bildfrequenzeinsteller – der bei den neueren Geräten durch eine Öffnung der Rückwand zugänglich ist – in der Weise zu betätigen, daß das Bild beim langsamen Auswandern nach oben zum Stillstand kommt.

13. Zeilenfrequenzeinsteller
(horizontaler Bildfang)

Zeigen sich auf dem Bildschirm schräglaufende Streifen, so hat man den Zeilenfrequenzeinsteller derart zu betätigen, daß die Streifen in der Anzahl abnehmen, sich langsam aufrichten und schließlich das gesendete Bild erscheint. Bei automatischem, horizontalem Bildfang erübrigt sich die Handbedienung.

14. Beseitigung der Zeilenstruktur

Ist eine Einrichtung hierfür zu- und abschaltbar, wie bei Geräten früherer Baujahre, so liegt es im Ermessen des Fernsehteilnehmers, sie zu benutzen. Bei Nahbetrachtung des Bildschirms ist das zeilenfreie Fernsehen in jedem Falle empfehlenswert. Der Grad der Zeilenfreiheit läßt sich bei einigen Ausführungen durch Service-Einstellungen variieren.

15. Scharfzeichner, Klarzeichner, Brillanttasten, Bildregister usw.

Durch Fehler im Übertragungsweg zwischen Sender und Empfänger – insbesondere bei Übertragungen aus einem anderen Land (Eurovision) – ist die Bildwiedergabe früher manchmal nicht befriedigend gewesen (unscharfe senkrechte Konturen durch Fahnenbildung oder Plastik, mehrfache Konturen durch Überschwingen). Aus diesem Grunde verfügen verschiedene ältere Geräte (etwa vom Baujahr 1959 an) über Einrichtungen, die kontinuierlich über einen Drehknopf oder stufenweise über Schalter und Tasten die Laufzeitcharakteristik des Zf- und/oder Video-Verstärkers ändern und damit mehr oder minder den Mangel beseitigen können. Zu späterer Zeit – und hier und da auch an heutigen Geräten – dienen solche Einrichtungen einer individuellen Bildeinstellung nach Geschmack.

E) Einspeichern der Programme

Vorbemerkung:

Um auf Anhieb beim Drücken einer Programmtaste oder beim Drehen des Einknopf-Programmwählers in eine bestimmte Rastung einen Sender zu erhalten, müssen die vorgenannte Taste oder der vorgenannte Wähler in der entsprechenden Schaltstellung mit einem Sender belegt sein. Dieses Belegen oder „Einspeichern" ist nach vorausgegangener Bereichswahl (VHF, UHF) ein induktiver oder kapazitiver Abstimmvorgang, der durch Drehen eines Knopfes oder einer Rändelscheibe erfolgt. Man ändert damit die Resonanzfrequenz der Hf- und Oszillatorkreise, d. h. entweder die Induktivität (z. B. durch Verschieben eines Hf-Eisenkerns) oder die Kapazität (direkt über einen Mehrfach-Drehkondensator oder elektronisch über Kapazitätsvariationsdioden).

Der Abstimmknopf kann beim Tastenaggregat zentral für alle Tasten gelten (dann gesonderter Knopf) oder je einer Taste zugeordnet, d. h. darin als Abstimmspindel enthalten sein.

Es gibt eine Fülle von Programm-Einstell- und -Speichervorrichtungen. Nachstehend sei unter a...h beschrieben, wie die Bereichswahl und die Kanalabstimmung bei einigen der bekanntesten neuen und älteren Ausführungen zu erfolgen hat. Dabei gilt grundsätzlich für die optimale Feinabstimmung:

Ob das eingestellte Bild größtmögliche Schärfe besitzt, beurteilt man am besten an den senkrechten Bildkonturen. Das von den Sendern zu bestimmten Zeiten ausgestrahlte

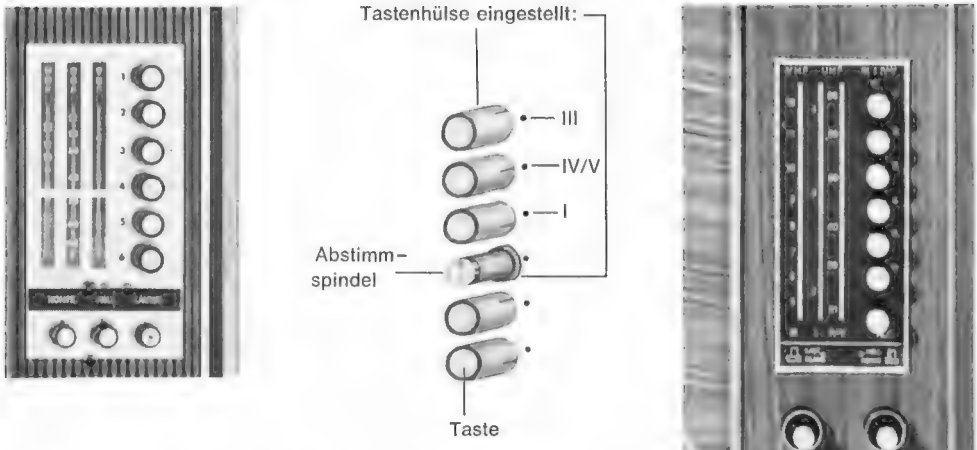


Bild 1.14–2 Sechs-Tasten-Aggregat für Einzelabstimmung in beliebig wählbaren Bereichen auf gemeinsamer Skala (Telefunken FE 257, Baujahr 1967/68; rechts Metz-Java – mit Netztaste, Baujahr 1968/69

Testbild erleichtert diese einmalige Einstellung. Wenn man bei der Abstimmung von der richtigen Einstellung in der einen oder anderen Richtung abweicht, erscheint das Bild entweder unscharf (meist mit Fahnenbildung verbunden) oder betont plastisch (wobei Mehrfachkonturen sichtbar werden können, Interferenzstörungen, Moirés). Die beste Bildwiedergabe liegt zwischen diesen Einstellungen, und zwar dicht neben dem plastisch wirkenden Bild.

Das Einspeichern der Programme geschieht also ...

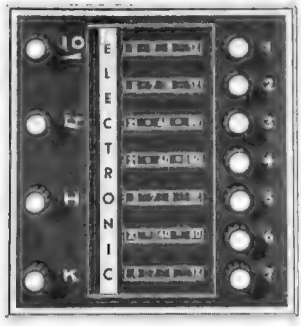
a) bei *Programmwahltasten* mit Einzelabstimmung nach **Bild 1.14–2**

Die Bereichswahl (VHF I, VHF III, UHF III/IV) erfolgt durch eine kleine Drehung der jeweiligen Tastenhülse in die entsprechend fixierte Raststellung. Bei einigen Geräten ist dazu die Tastenhülse etwas vorzuziehen.

Man belegt von oben nach unten oder von links nach rechts (je nach Lage der Tastenreihe) die erste Taste zweckmäßig mit dem 1. Programm (meist VHF, bei Lückenfüllsendern: UHF), die zweite Taste mit dem 2. Programm (UHF), die dritte Taste mit dem 3. Programm (UHF), die vierte und die anderen Tasten mit weiteren empfangswürdigen Programmen. Sollte die einzustellende Taste gedrückt sein – erkenntlich daran, daß nur die Abstimmspindel sichtbar wird – so springt sie wieder hervor, wenn eine der anderen nicht gedrückten Tasten leicht angetippt wird.

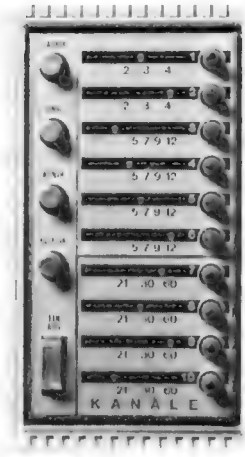
Die Kanalabstimmung
geschieht durch Drücken der zu belegenden Taste und anschließendes Drehen des hervorgesprungenen Tastenknopfes (Abstimmspindel), bis der richtige Kanal (beachte zugehörige Skala) eingestellt ist. Für die Feinabstimmung gilt, was in der Vorbemerkung steht. Ist eine Abstimmautomatik vorhanden, so muß sie während der Kanalabstimmung ausgeschaltet sein. Dies erfolgt entweder selbsttätig oder – wie zum Beispiel bei verschiedenen Saba-Geräten des Baujahrs 1966 – nach Betätigen eines dafür vorgesehenen Druckknopfes.

Variationen
Bei einigen Geräten (älteren und neueren Baudatums) sind die Bereiche VHF und UHF auf je eine Tasten-Gruppe mit eigener Skala festgelegt. Das Betätigen einer VHF- oder UHF-Taste löst dann den Wechsel VHF/UHF und umgekehrt aus.



Links: Bild 1.14–3 Sieben-Tasten-Aggregat für Einzelabstimmung in beliebig wählbaren Bereichen auf jeweils eigener Umschaltskala (Blaupunkt-Geräte mit Omnimat-Electronic, Baujahr 1968)

Rechts: Bild 1.14–4 Zehn-Tasten-Aggregat für Einzelabstimmung in bestimmten Bereichen auf jeweils eigener Skala (Nordmende-Serie spectra-electronic 19, Baujahr 1966 . . . und folgende)



Ältere Geräte weisen mitunter einen Kanalschalter (für VHF) und einen Tastensatz mit Einzelabstimmung für UHF auf.

b) bei *Programmwahltasten* mit Einzelabstimmung nach **Bild 1.14–3**

Die Bereichswahl (VHF I, VHF III, UHF IV/V)
erfolgt, indem man die zu belegende Taste leicht vorzieht und nach links oder rechts dreht, bis im Skalenfenster dicht neben der Taste die gewünschte Skala mit den Kanalangaben 2...4, 5...12 oder 21...60 erscheint.

Die Kanalabstimmung
geschieht, indem man auf die in den richtigen Bereich eingestellte Taste drückt und den Tastenknopf solange nach links oder rechts dreht, bis der Skalenzeiger ungefähr auf dem gewünschten Kanal steht. Für die Feinabstimmung gilt wieder, was in der Vorbemerkung steht.

c) bei *Programmwahltasten* mit Einzelabstimmung nach **Bild 1.14–4**

Die Bereichswahl
ist hier festgelegt: Die beiden ersten Tasten bestreichen den VHF-Bereich I, die vier nächsten den VHF-Bereich III, die vier letzten den UHF-Bereich.

Die Kanalabstimmung
erfolgt nach Drücken der entsprechenden Taste durch Drehen der sie umgebenden Rändelhülse, bis der Skalenzeiger annähernd auf den gewünschten Kanal weist. Die Feinabstimmung schließt sich an.

d) bei Programmwahltasten mit Einzelabstimmung nach **Bild 1.14–5**

Bild 1.14–5 Sechs-Tasten-Aggregat für Einzelabstimmung in beliebig wählbaren Bereichen auf jeweils eigener Umschaltskala, untergebracht in einem Schubkasten (Telefunken FE 278 T electronic Super, Baujahr 1967/68)

Die Bereichswahl (VHF I, VHF III, UHF IV, UHF V)
erfordert zunächst ein Herausziehen des in einem Schubfach untergebrachten Tastensatzes. Das ist möglich, wenn man zuvor eine kleine Sperrtaste auslöst. Anschließend wird die zu belegende Programmtaste, z. B. die neben der Ziffer 1, etwas vorgezogen und samt Trommelskala in die gewünschte Bereichstellung gedreht. (Kanal 2...4, 5...12, 21...36 oder 35...60)

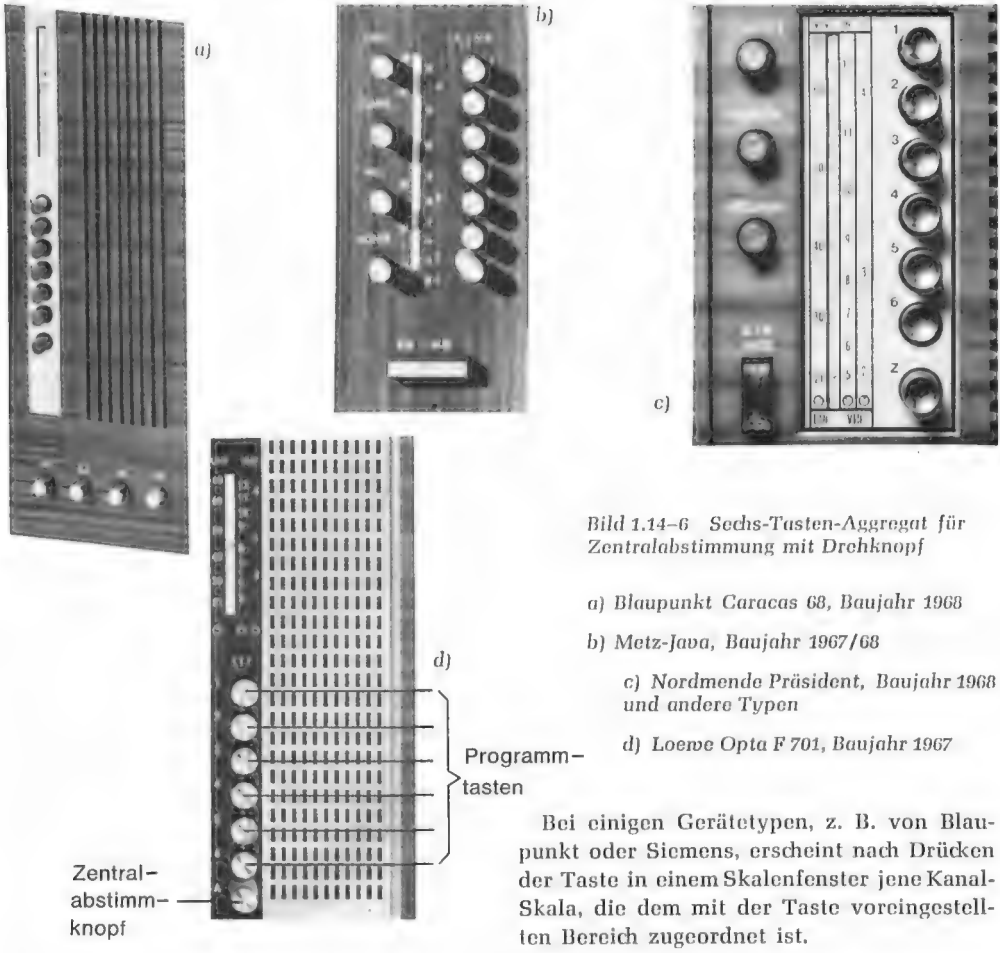


Bild 1.14–6 Sechs-Tasten-Aggregat für Zentralabstimmung mit Drehknopf

a) Blaupunkt Caracas 68, Baujahr 1968

b) Metz-Java, Baujahr 1967/68

c) Nordmende Präsident, Baujahr 1968 und andere Typen

d) Loewe Opta F 701, Baujahr 1967

Die Kanalabstimmung
erfolgt mit der zwischen Taste und Skala befindlichen geriffelten Hülse, wobei der Zeiger auf den gewünschten Kanal einzustellen ist, bis Bild und Ton optimal wiedergegeben werden (siehe Vorbemerkung).

c) bei Programmwahltasten mit Zentralabstimmung nach **Bild 1.14–6**

Die Bereichswahl
erfolgt, indem man die Hülse der zu belegenden Taste leicht vorzieht (etwa um 2 mm) und in die (markierte) Stellung des gewünschten Bereiches dreht. Die Taste darf dabei nicht gedrückt sein.

Bei einigen Gerätetypen, z. B. von Blaupunkt oder Siemens, erscheint nach Drücken der Taste in einem Skalenfenster jene Kanal-Skala, die dem mit der Taste voreingestellten Bereich zugeordnet ist.

Die Kanalabstimmung
geschieht für jede der Programmwahltasten durch einen Zentralabstimmknopf (oft mit A oder Z bezeichnet), der ober- oder unterhalb der Tastenreihe liegt. Man drückt eine der Tasten, z. B. die erste, und dreht den Zentralabstimmknopf nach rechts oder links, bis der Skalenzeiger auf dem eingestellten Bereich annähernd die Kanalzahl des Senders anzeigt. Nach der Feineinstellung müssen dann Bild und Ton einwandfrei wiedergegeben werden (siehe Vorbemerkung).

Bemerkung
Zum besseren Bedienen des Zentral-Abstimmknopfes kann dieser bei manchen Ge-

Links: Bild 1.14–7 Sieben-Tasten-Aggregat für Zentralabstimmung mit Rändelscheibe (Grundig-Geräte mit Monomat-Electronic und Super-Monomat, Baujahr 1967, 1968)

Rechts: Bild 1.14–8 Einknopf-Programmwähler mit acht Raststellungen, die in einem Fenster angezeigt werden und auf jeden Kanal in einem beliebig wählbaren Bereich programmiert werden können (Diomat in der Typenreihe Goldene 20, Baujahr 1967/68 von Nordmende).

räten 10 bis 15 mm vorgezogen werden; nach dem Abstimmen wird er wieder in seine normale Lage zurückgedrückt.

f) bei Programmwahltasten mit Zentralabstimmung nach **Bild 1.14–7**

Die Bereichswahl
erfolgt, indem man die Hülse der zu belegenden Taste leicht vorzieht und in die gewünschte Bereichsstellung I, III oder U dreht.

Die Kanalabstimmung
geschieht, indem man die senkrecht stehende Taste am linken Skalenrand drückt und die darunter befindliche Rändelscheibe soweit nach links oder rechts dreht, bis der Kanalzeiger auf den gewünschten Kanal weist und das Bild scharf und ohne Unruhe auf dem Schirm erscheint.

g) bei Einknopf-Programmwähler nach **Bild 1.14–8**

Die Bereichswahl UHF/VHF
erfolgt, indem man den Programmwahlknopf oder -knebel zunächst in jene von sechs oder acht Raststellungen dreht, die man zuerst oder erneut programmieren möchte. Die Stellung wird durch eine (mitunter beleuchtete) Ziffer in einem Sichtfeld oberhalb der Skala oder am Knopf angezeigt. Anschließend wird mit dem Schraubendreher eine bestimmte Einstellschraube in die senkrechte oder waagrechte Schlitzstellung gedreht (VHF oder UHF). Die Schraube ist bei dem abgebildeten Programmwähler über der Skala nach Entfernen einer Plexiabdeckung erreichbar. Bei anderen Konstruktionen findet man sie am oder unter dem Einstellknopf. Der eingestellte Bereich ist meist an der Skala erkennbar.

Die Kanalabstimmung
geschieht, indem man den Programmknopf in gedrückter Stellung oder mit gedrückter Abdeckplatte solange nach links oder rechts dreht, bis der Skalenanzeiger im entsprechenden Bereich den gewünschten Kanal anzeigt. Bei der nachfolgenden Feinabstimmung ist das Bild auf bestmögliche Schärfe abzustimmen (siehe Vorbemerkung). Läßt man den Knopf los, so schnellt er wieder vor; das Programm ist in dieser Schaltstellung eingespeichert. Das Einspeichern der Programme in den anderen Raststellungen des Programmwahlknopfes erfolgt sinngemäß.
Bemerkung
Bei einigen Programmwählern mit zehn in einem Sichtfenster angezeigten Schaltstellungen, z. B. dem Loewe Opta-Multimat, sind bestimmten Rastungen bestimmte Empfangsbereiche zugeordnet; hier entfällt also die individuelle Bereichswahl je Schaltstellung.

Bild 1.14–9 Einknopf-Programmwähler mit sechs durch Leuchtziffern gekennzeichneten Raststellungen für beliebige Bereichs- und Kanalwahl (in Geräten mit Monomat SE, Baujahr 1967/68 von Grundig).

h) bei Einknopf-Programmwähler nach **Bild 1.14–9**

Die Bereichswahl (I, III, IV/V)

erfolgt, indem man den Knebelknopf in eine der sechs Raststellungen dreht, z. B. in jene, bei der am Knopf die Ziffer 1 aufleuchtet. Welcher Bereich dieser Stellung zugeordnet ist, gibt der graue Bereichszeiger am rechten Skalenrand an. Möchte man einen anderen Bereich festlegen, muß man den Knebelknopf sowie die dahinter liegende Rastscheibe abziehen und die dann sichtbare Schraube mit einem Schraubendreher durch Drücken und Drehen so verstellen, bis der Zeiger am rechten Skalenrand den gewünschten Bereich anzeigt. Knopf und Scheibe sind nunmehr wieder aufzusetzen. Bei Bereichsumstellungen in anderen Raststellungen Ziffer 2...6 ist der Vorgang jeweils zu wiederholen.

Die Kanalabstimmung

geschieht, indem man die senkrecht stehende Taste am linken Skalenrand drückt und die große Rändelscheibe soweit nach links oder rechts dreht, bis der Kanalzeiger den gewünschten Kanal anzeigt und Bild und Ton einwandfrei wiedergegeben werden (siehe Vorbemerkung).

1.2 Testbilder, ihr Nutzen und ihre Deutung für den Service

1.21 Allgemeines

Alle Fernsehsender strahlen zu bestimmten Zeiten (s. u.) außerhalb des eigentlichen Programmes für Überwachungs- und Kontrollzwecke Testbilder aus. Diese sind so gestaltet, daß sie allein durch Betrachten am Bildschirm des Empfängers – also ohne Meßaufwand – folgende Aussagen über die Bildwiedergabe vermitteln:

Vertikale und horizontale Bildlinearität
Bildseitenverhältnis
Kontrast und Gradation
Strahlschärfe (Fokussierung)
Bildauflösung (Bandbreite)
Phasenfehler (Plastik, Fahnen, Überschwingen)
Zeilensprung
Reflexionen (Rück- und Vorgeister)
Rauschen
Farbgüte usw. (nur beim Farbtestbild)

Nach diesen Punkten kann man sich rasch und weitgehend ein Urteil über die Empfangsqualität eines Fernsehgerätes bilden. Ferner lassen sich nach dem Testbild

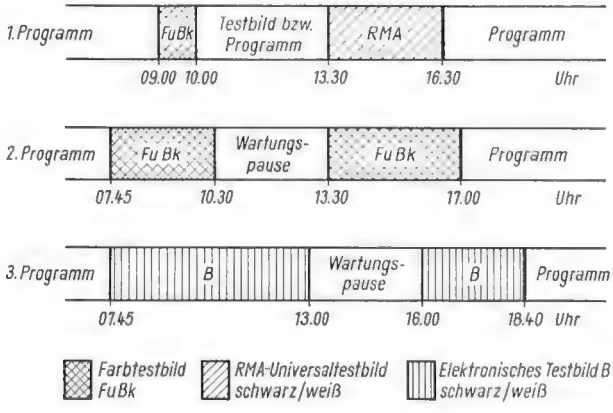
einige Bedienungseinstellungen leichter vornehmen,
einige Justierungen besser durchführen,
verschiedene Fehler am Empfänger schneller erkennen,
gewisse örtliche Empfangsbeeinflussungen nachweisen,
eine Antenne einfacher ausrichten.

Es gibt mehrere Arten von Testbildern; die bekanntesten beim deutschen Fernsehen sind die in **Tabelle 1.2–I** aufgeführten:

Tabelle 1.2–I. Testbilder beim deutschen Fernsehen (BRD)

Bezeichnung	Darstellung Bild	Beschreibung Abschnitt
Universal-Testbild	1.22–1	1.22
Elektronisches Testbild A	1.23–1	1.23
Elektronisches Testbild B	1.24–1	1.24
Elektronisches Testbild B'	1.25–1	1.25
Farbtestbild FuBK	5.61–1	5.61

Tabelle 1.2–II. Testbildzeiten (Montag bis Freitag) Stand April 1971 für den Bereich des NDR
Das FuBK-Testbild wird im Laufe der Zeit die anderen Testbilder ersetzen!



Wenn keine Instandsetzungen oder Messungen nötig sind, wird auch in den Wartungspausen ein Testbild mit Meßton gesendet. Überdies strahlen die einzelnen Sender meist etwa 1/4 Stunde vor Programmbeginn ein Testbild mit Senderkennung aus.

Testbilder beim deutschen Fernsehen (BRD)

Nachstehend sollen die Testbilder an Hand einwandfreier Vorlagen (Originalfotos) beschrieben werden, und zwar in der Weise, daß ausgesagt wird, welche Bedeutung jedem einzelnen Detail zukommt. Weicht dann beim Vergleich das empfangsseitige Schirmbild von dem senderseitigen „Urbild" in gewissen Punkten ab, so lassen sich leicht die entsprechenden Rückschlüsse auf den Empfänger oder die Empfangsverhältnisse ziehen.

Es sei noch vorausgeschickt, daß das Universal-Testbild durch Abtasten eines Diapositives erzeugt wird, während man die elektronischen Testbilder durch Zusammensetzen geeigneter Impulsgruppen, also ohne Verwendung optischer Bildvorlagen, herstellt.

Für die Auswertung der Testbilder ist es schließlich noch wichtig zu wissen, daß das Fernsehgerät etwa 10 Minuten eingeschaltet sein muß, bis die Röhren genügend erwärmt, die Spannungen stabilisiert und die Oszillatoren eingelaufen sind.

1.22 Das Universal-Testbild (Bild 1.22–1)

Dieses Testbild – mit der Bezeichnung t 05 – ist von dem in den USA verwendeten abgeleitet (RMA Standard Transmitter Test Chart, Test Pattern) und wird nicht nur beim deutschen Fernsehen, sondern u. a. auch vom österreichischen Fernsehen verwendet. Es zeigt auf den ersten Blick eine große, den ganzen Mittelteil beherrschende Kreis-

fläche, die ebenso wie das graue Umfeld und die flankierenden vier kleineren Kreisflächen von verschiedenen geometrischen Figuren ausgefüllt ist. Zum Vergleich mit der Originalvorlage sei noch in **Bild 1.22–2** ein Schirmbildfoto mit Maskenrand gezeigt.

A) Große Kreisfläche im Mittelfeld

Die einwandfreie Form der weißen Kreisfläche (A) kennzeichnet die exakte vertikale und horizontale Linearität sowie das richtige Bildseitenverhältnis. Die zentrale Lage des Kreises auf der Schirmfläche zeigt an, ob das Bild genau im „Fenster" liegt.

B) Breite vertikale Strichraster

In der Mitte der Kreisfläche sowie am linken und rechten Bildrand erkennt man je eine Gruppe vertikal verlaufender Linien (B), die einer Frequenz von 2 MHz entsprechen. Diese Raster ermöglichen ein Beurteilen der horizontalen Linearität des Bildes. Stimmen die Abstände der drei Rasterflächen überein und sind auch die Strichabstände innerhalb der Flächen gleich groß, so ist die horizontale Linearität einwandfrei.

C) Schmale horizontale Strichraster

Die zwei schmalen horizontal verlaufenden Strichraster (C) in den Kreisabschnitten neben den vertikalen Gradationsbalken ermöglichen in Verbindung mit den darunter und darüber liegenden gleichartigen Rastern am Bildrand eine Bewertung der vertikalen Linearität. Auch hier müssen im Idealfall die (vertikalen) Abstände der Rasterflächen übereinstimmen und die Strichabstände in den Flächen gleich groß sein.

D) Gradationsbalken (Grauskalen, Grautreppen)

Innerhalb der großen weißen Kreisfläche sieht man vier quadratisch angeordnete Balken (D). Wie die Kreisfläche, so ist auch das Quadrat ein Symbol für die Bildlinearität und das Bildseitenverhältnis. Die Balken selbst dienen noch einem anderen Zweck. Sie bestehen aus je elf rechteckigen Feldern mit den Grauwerten von weiß bis schwarz. Nach diesen lassen sich die Helligkeits- bzw. Leuchtdichteabstufungen der Grautöne des Bildes beurteilen (Gradation). Hierzu muß man den Helligkeits- und den Kontrasteinsteller des Empfängers so betätigen, daß die Zeilenstruktur in den äußeren schwarzen Feldern gerade noch zu erkennen ist. Bei einem guten Empfänger (einwandfreie Sendung vorausgesetzt) müssen dann alle Helligkeitsabstufungen klar voneinander unterscheidbar sein. Hierbei sei noch vermerkt, daß der Schwarzwert eine Modulation von 75 % des Trägerspitzenwertes entspricht, der Weißwert 10 %.

E) Mittelpunkt der konzentrischen Kreise

Die fünf schwarzen Punkte (E) in den sie umgebenden konzentrischen Kreisen im Mittelfeld und in den Ecken des Testbildes dienen zum Beurteilen der allgemeinen Bildschärfe (Bildpunkt- oder Strahlschärfe) im Mittelfeld und an den Rändern des Bildes. Diese Punkte müssen bei guter Fokussierung scharf umgrenzte Kreisflächen darstellen. Sind sie verformt, zum Beispiel elliptisch, so liegt offenbar ein Fehler im Ablenk- und Fokussiersystem oder in der Bildröhre selbst vor.

F) Testkeile (Keilraster, Testbesen, Strichfächer)

Die nach unten und nach rechts zugespitzten Testkeile (F), inmitten des Balkenquadrates, stellen einen optischen Maßstab für die horizontale und vertikale Auflösung des Bildes dar. Die Ziffern neben diesen Keilen geben die Auflösung in MHz bzw. die entsprechende Anzahl der Zeilen an:

2 MHz = 160 Zeilen	4 MHz = 320 Zeilen
2,5 MHz = 200 Zeilen	4,5 MHz = 360 Zeilen
3 MHz = 240 Zeilen	5 MHz = 400 Zeilen
3,5 MHz = 280 Zeilen	5,5 MHz = 440 Zeilen

Der Auflösungswert eines Bildes ist der Übergang der noch deutlich voneinander zu

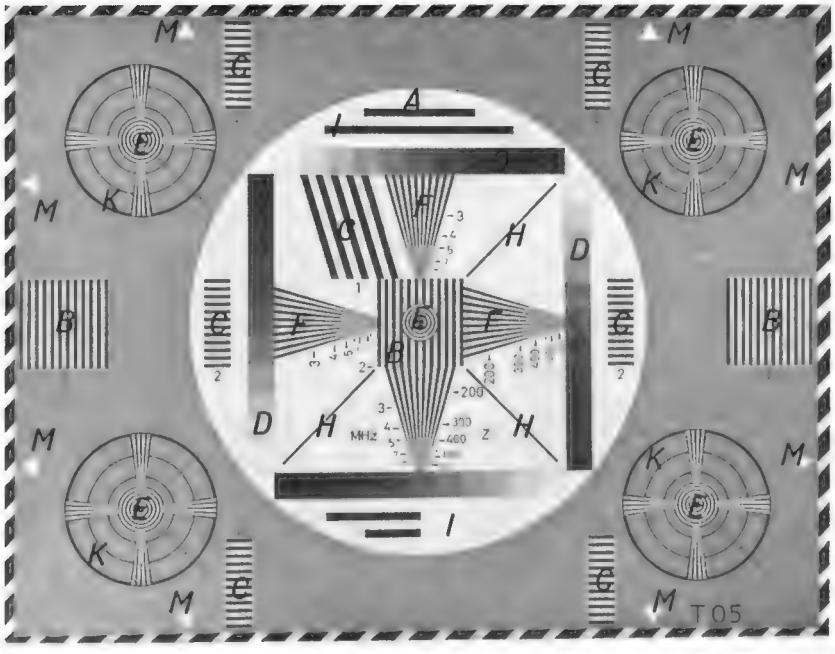


Bild 1.22–1 Universal-Testbild (Originalvorlage)

Bild 1.22–2 Universal-Testbild (Empfänger-Schirmbild, damals noch NWDR, heute NDR)

unterscheidenden Linien in eine graue, verwaschene Zone (nur klar zu erkennen, wenn keine Reflexionen/Geister auftreten).

In Horizontalrichtung ist eine Auflösung bei 3,8 MHz bzw. 300 Zeilen gerade noch als brauchbar zu bezeichnen. Als gut gilt die Auflösung bei einer Grenze von 4,5 MHz bzw. 360 Zeilen, als sehr gut eine Auflösung bei 5 MHz bzw. 400 Zeilen.

Bemerkung: Die Auflösung in horizontaler Richtung ist nicht nur von der Form der gesamten Durchlaßkurve (Hf-, Zf- und Videokurve), sondern vor allem von der Lage des Bildträgers auf der Nyquistflanke abhängig. Diese Lage ist bekanntlich mit der Oszillatorfeinabstimmung des Empfängers zu beeinflussen. Je größer die Bandbreite der gesamten Durchlaßkurve in Höhe des Bildträgers ist, desto größer ist die Auflösung. Natürlich sind dieser Einstellung bestimmte Grenzen gesetzt. Liegt der Bildträger zu tief auf der Nyquistflanke, d. h. zu weit in Richtung der größeren Bandbreite, so machen sich Phasenfehler in Form von Plastik und Überschwingen bemerkbar.

Die Auflösung in vertikaler Richtung (an den nach rechts gerichteten Keilen festzustellen) ist durch die senderseitigen und empfängerseitigen optischen und elektronenoptischen Einrichtungen gegeben. Werte von 500 Zeilen müssen ohne weiteres erreichbar sein, scharfe Fokussierung der Bildröhre vorausgesetzt.

G) Schräglicgende Balkengruppe im Mittelkreis

Das schräg verlaufende Balkenraster (G) einer Frequenz von 1 MHz, links neben dem oberen Testbesen, dient als Bezugsfrequenz für eine oszillografische Auswertung der Testkeile mit einem Zeilenwahlschalter; es ist für Servicezwecke ohne Bedeutung und braucht hier nicht besprochen zu werden.

H) Diagonallinien im Mittelkreis

Die drei schwarzen Diagonallinien (H) in den weißen Feldern zwischen den Testkeilen ermöglichen eine Beurteilung des Zeilensprunges. Ist dieser nicht einwandfrei (Zeilen paaren), so sind die Linien treppenartig verzeichnet.

Bemerkung: Ein schlechter Zeilensprung ist auch an den rechts gerichteten Testkeilen erkennbar, wenn die Linien an der Auflösungsgrenze nicht in ein gleichmäßiges Grau übergehen, sondern in diesem Bezirk wellenförmig oder stufenförmig verlaufen und einen unruhigen Eindruck hervorrufen.

I) Schwarze Horizontalbalken im Mittelkreis

Unterhalb und oberhalb der horizontalen Gradationsbalken bemerken wir je zwei schwarze Balken (I) verschiedener Länge. An ihren rechten Enden lassen sich Phasenfehler der tiefen und mittleren Frequenzen überprüfen. Der Schwarz/Weiß-Sprung ist einwandfrei, wenn der Übergang von Schwarz nach Weiß möglichst sauber erscheint, d. h. keine Fahnen und keine Plastik auftreten.

K) Konzentrische Eckenkreise

An Hand der konzentrischen Eckenkreise mit ihren kleinen Testkeilen kann man die Geometrie und Auflösung am Bildrand überprüfen. Verzerrungen der Kreisform deuten meist auf falsch eingestellte Kissenentzerrungsmagnete (siehe Abschnitt 1.324).

L) Grauflächc außerhalb des Mittelkreises

Auf dem gleichmäßig graugetönten Umfeld (L) außerhalb des Mittelkreises kann man deutlich die optischen Auswirkungen von Rauscherscheinungen (Flockenbildung, Grieß), Störsignalen und Ausblendungen erkennen.

M) Begrenzungsdreiecke

Die hellen Dreiecke an jeder Bildseite begrenzen mit ihren Spitzen das Bildformat, sind aber durch die besondere Form der Bildmaske bzw. bei Durchsteckröhren durch die Begrenzung der Leuchtstoffläche verdeckt und können damit bei richtiger Einstellung von Bildbreite und Höhe nicht sichtbar sein (Bild 1.22–2). (siehe Elektrische Justierungen, Abschnitte 1.333 und 1.335).

Bemerkungen zu den elektronischen Testbildern

Die elektronischen Testbilder – von besonderen Impulsgeneratoren erzeugt – haben gegenüber dem Universal-Testbild den Vorteil, daß sie leicht oszillografisch ausgewertet werden können. Das Oszillogramm des Universal-Testbildes, ob horizontal oder vertikal aufgelöst, enthält ein Gewirr von Einzelheiten. Das Oszillogramm eines elektronischen Testbildes zeigt dagegen einen übersichtlichen Aufbau. Hiermit läßt sich eine Empfangsanlage besonders gut beurteilen.

Für die Deutung verschiedener Details auf dem Bildschirm gelten sinngemäß dieselben Betrachtungen wie über das Universal-Testbild.

1.23 Elektronisches Testbild A (Bild 1.23–1)

Dieses vom *Bayerischen Rundfunk* (BR) entwickelte Testbild enthält in seiner oberen Hälfte fünf Streifen mit sinusförmigen Einzelfrequenzen von ungefähr 1, 2, 3, 4 und 5 MHz (von oben nach unten). Vorgenannte Streifen sind etwa gleichbedeutend den vertikal gerichteten Keilrastern in der großen Kreisfläche des Universal-Testbildes, so daß wir danach die Auflösung des Bildes in MHz beurteilen können. Die Auflösung geht bis zu der Frequenz, bei der die Linien der einzelnen Streifen noch deutlich voneinander getrennt erscheinen. Kontrastunterschiede von einem zum anderen Frequenzstreifen deuten auf einen Amplitudenfehler der Empfangsverstärkung hin.

Der breite, in der Längsrichtung weiß/schwarz/weiße Mittelstreifen mit einer dünnen weißen Vertikallinie (Nadelimpuls) im Schwarzfeld bietet durch seine Helligkeitssprünge eine gute Möglichkeit zum Beurteilen der optischen Auswirkung von Phasenfehlern (Plastik, Fahnen) des Empfängers. In der Nachbarschaft der weißen Vertikallinie lassen sich besonders deutlich etwa auftretende Reflexionen (Geister) erkennen. Dreht man die Helligkeit etwas mehr auf, als es bei richtigem Kontrast erforderlich wäre, dann werden selbst schwache Reflexionen sichtbar. Man kann hiernach also vorzüglich Empfangsantennen ausrichten, zumal sich aus dem Abstand des „Geistes" von der

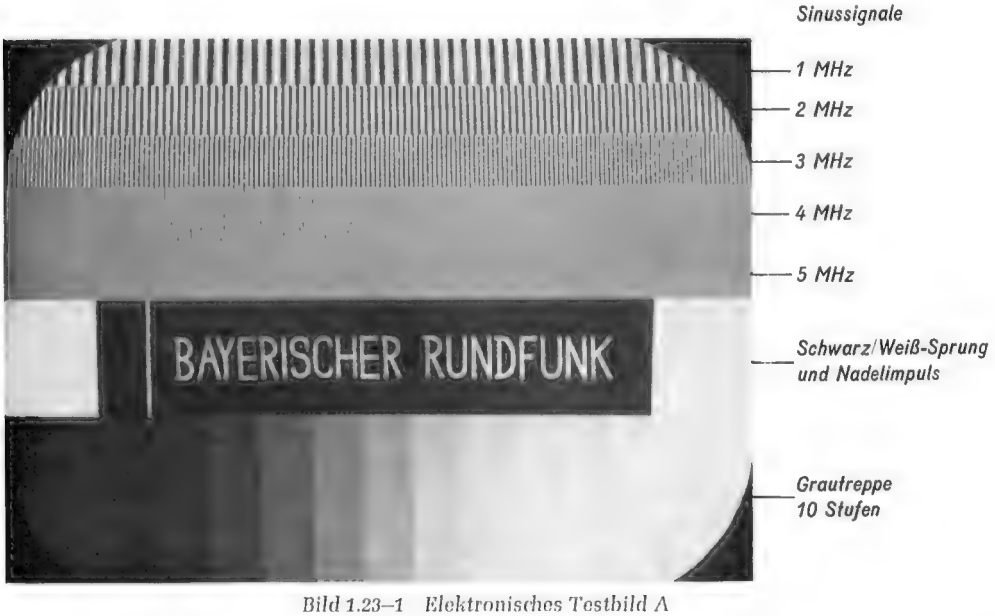


Bild 1.23–1 Elektronisches Testbild A

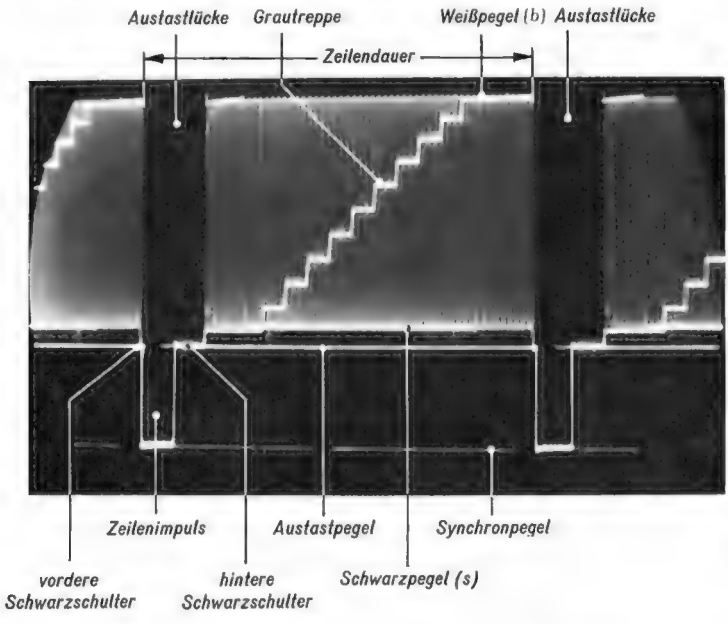


Bild 1.23–2 Oszillogramm des elektronischen Testbildes A, horizontal aufgelöst. Der Schwarzpegel ist später auf die Höhe des Austastpegels gelegt worden; die Schwarzabhebung von 5 % entfällt also

weißen Linie die ungefähre Entfernung zwischen Empfangsantenne und reflektierendem Ort errechnen läßt (siehe unter 1.24).

Der unterste Streifen des Testbildes enthält eine zehnstufige Grautreppe (vergleiche Universal-Testbild), wobei die Flächen für Schwarz und Weiß breiter sind. Da die mittleren Helligkeitswerte dieses Gradationsstreifens und des weiß/schwarz/weißen Mittelstreifens verschieden groß sind, läßt sich hiernach die Güte der Schwarzhaltung beurteilen. Diese ist mangelhaft, wenn der linke Teil der Schwarzfläche des Mittelstreifens gegenüber der verbreiterten Schwarzfläche des Gradationsstreifens und analog die rechte Weißfläche des Mittelstreifens gegenüber der verbreiterten Weißfläche des Gradationsstreifens einen Helligkeitsunterschied aufweist, das heißt eine Kante erkennbar wird.

Das Schwarzfeld in dem weiß/schwarz/weißen Mittelstreifen enthält meist noch den Namen des Senders oder der betreffenden Rundfunkanstalt.

Nachstehend sollen nun die Oszillogramme dieses Testbildes besprochen werden. Sie sind nicht nur aus meßtechnischen Gründen interessant, sondern bieten auch dem Betrachter einen anschaulichen Vergleich über die Wechselbeziehungen zwischen dem Inhalt des Testbildes und dem Spannungsverlauf im Oszillogramm (siehe die Abschnitte 3.4 und 4.56).

In dem horizontal aufgelösten Oszillogramm **(Bild 1.23–2)**, das am Videogleichrichter abgenommen ist, erkennt man zunächst die nach unten gerichteten Zeilenimpulse mit der vorderen und hinteren Schwarzschulter.

In Höhe der Schwarzschulter der Zeilenimpulse sehen wir eine lange Horizontallinie, den sogenannten Austastpegel. Weiterhin ist deutlich eine Treppenlinie zu erkennen. Schon aus der Bezeichnung kann man leicht folgern, daß sie zur Grautreppe, d. h. zu dem im Testbild vorhandenen Gradationsstreifen gehört. Die zehn Stufen der Treppe entsprechen den zehn Helligkeits-„Abstufungen" von Schwarz (links) bis Weiß (rechts). Sind die Stufen im Oszillogramm gleich hoch, so ist die Linearität des Empfängers gut. Unterschiedliche Höhen bedeuten Gradationsverzerrungen.

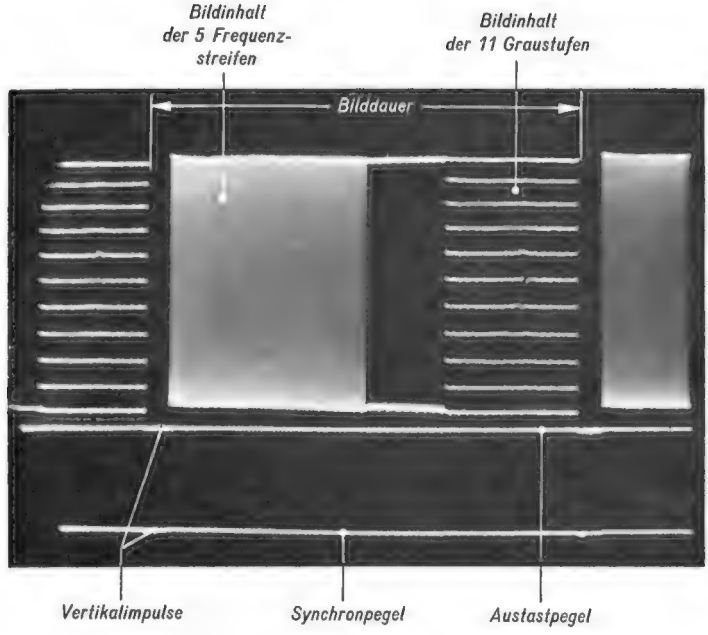


Bild 1.23–3 Oszillogramm des elektronischen Testbildes A, vertikal aufgelöst

Die Linie s kennzeichnet den Schwarzpegel des Testbildes, die Linie b den Weißpegel.

Die Schwarzpegellinie s besteht aus dem Anteil des dunklen Mittelfeldes des weiß/schwarz/weißen Mittelstreifens und dem Anteil des verbreiterten Schwarzfeldes im Gradationsstreifen links.

Es sei hier noch bemerkt, daß der Schwarzpegel auf der Höhe des Austastpegels liegt, die Schwarzabhebung von 5 Prozent entfällt also.

Die dicke Linie hinter der Grautreppe in Höhe des Weißpegels wird durch das verbreiterte Weißfeld des Gradationsstreifens hervorgerufen. Diese Linie ist noch zusätzlich verstärkt durch das weiße Ende des Mittelstreifens. Am Anfang des Weißpegels bemerkt man gleichfalls eine Verdickung, die vom weißen Vorfeld des Mittelstreifens herrührt.

Zwischen dem Schwarzpegel und dem Weißpegel erkennen wir – soweit hier bei dem gedruckten Bild noch wiedergegeben – die eng nebeneinanderliegenden Amplituden der Sinussignale von 1, 2, 3, 4 und 5 MHz. Diese Amplituden reichen nur bei idealen Übertragungsverhältnissen an die Schwarzpegellinie s und die Weißpegellinie b heran.

In dem vertikal aufgelösten Oszillogramm nach **Bild 1.23–3**, das gleichfalls am Videogleichrichter aufgenommen wurde, sind die unteren beiden Linien durch die aneinandergereihten Zeilenimpulse entstanden. Die verdickten Stellen gehören zu den Vertikalimpulsen. Man sieht auch deutlich, daß an diesen Stellen (in vertikaler Richtung) keine Bildmodulation vorhanden ist.

Das angrenzende große helle Feld gibt den Bildinhalt der fünf Frequenzstreifen wieder, deren Amplituden – hier im Idealfall – unabhängig von der Frequenz vom Weiß- bis zum Schwarzpegel reichen. In der Praxis wird sich infolge des Frequenzganges vom Empfänger das helle Feld von links nach rechts (1 – 2 – 3 – 4 – 5 MHz) mehr oder minder stufenweise verkleinern.

Daß die Helligkeit des Feldes in Höhe des Schwarz- und des Weißpegels größer als in der Mitte ist, hat seinen Grund in den Sinussignalen. Bei ihnen sind die Übergänge zwischen Schwarz und Weiß nicht so sprunghaft wie bei ideal übertragenen Rechtecksignalen.

Die elf untereinander liegenden Horizontalstriche rühren von den elf Stufen der Grautreppe her. Ihr Abstand voneinander ist nur gleich, wenn keine Linearitätsfehler vorliegen.

Der schwarze Raum zwischen den Horizontalstrichen mit den weißen Begrenzungslinien oben und unten resultiert aus dem Weiß/Schwarz/Weiß-Streifen des Testbildes.

1.24 Elektronisches Testbild B (Bild 1.24–1)

Dieses hochwertige, vom Institut für Rundfunktechnik (IRT) entwickelte Testbild enthält auf einem Gitternetz weißer Horizontal- und Vertikallinien ein rechteckiges Innenfeld mit Details, die schon aus dem Testbild A bekannt sind.

Das quadratische Muster im Außenfeld ist ein Hilfsmittel zum Einstellen der Bildgröße und Geometrie. Die Abstände der Linien müssen im Idealfall an jeder Stelle des Bildfeldes gleich groß sein (siehe Bemerkung unter 1.25, Testbild B').

Im Innenfeld erkennen wir in der obersten Reihe einen Weiß/Schwarz-Sprung, in der untersten Reihe einen Schwarz/Weiß-Sprung. Die Deutung und Auswertung (Phasenfehler: Plastik, Fahnen) sind ähnlich wie bei dem weiß/schwarz/weißen Mittelstreifen im Testbild A.

In der zweiten Reihe des Innenfeldes sehen wir wieder einen Gradationsbalken (Grautreppe), nach dem man die Wiedergabe der Halbtöne beurteilen sowie Kontrast und Helligkeit des Empfängers einstellen kann.

In der dritten Reihe befinden sich fünf nebeneinander liegende Gruppen mit dunklen und hellen Vertikallinien ohne scharfe Übergänge. Sie entstehen aus Sinusschwingungen mit ungefähr 1, 2, 3, 4 und 4,5 MHz und sind wieder ein Maßstab für die Auflösung des Empfängers.

Schließlich kann noch das elektronische Testbild B für das Ausrichten von Antennen besonders nützlich sein. Hier zeigt sich seine Eignung im deutlichen Erkennen von Reflexionen (Geisterbildern). Die vertikalen Gitterlinien des Umfeldes entstehen nämlich aus Nadelimpulsen mit einer Breite von zwei Bildpunkten = zwei Zeilen. Treten in der Nachbarschaft der Linien Reflexionen auf, so kann man ihren Abstand von den Linien mit dem Abstand der Linien im Innenstreifens des Mittelfeldes vergleichen. Durch diesen (indirekten) Frequenzbereich läßt sich dann der Strahlumweg über die reflektierte Stelle (Berg, Haus oder dergle-

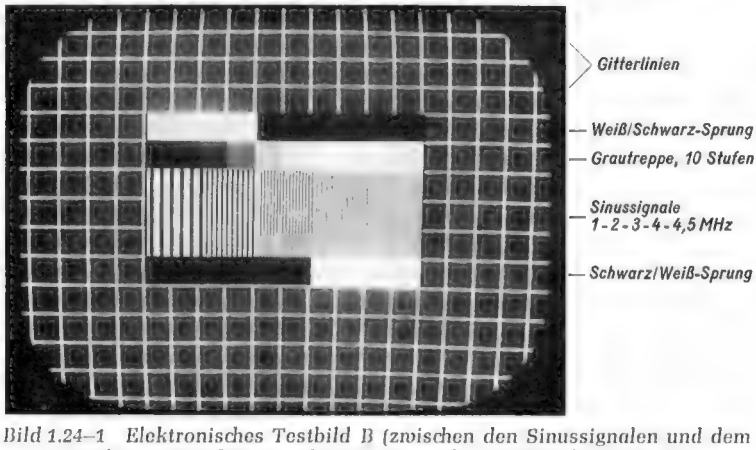


Bild 1.24–1 Elektronisches Testbild B (zwischen den Sinussignalen und dem Schwarz/Weiß-Sprung liegt meist noch ein Mäanderstreifen)

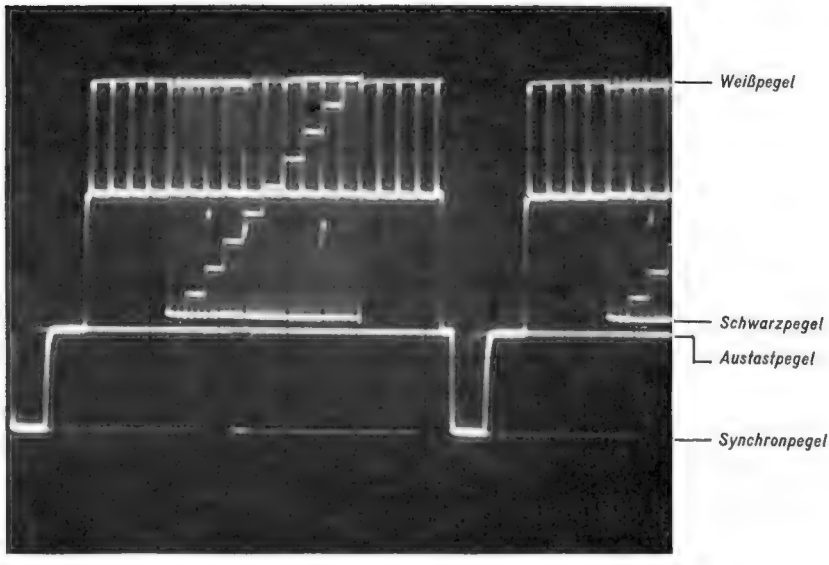


Bild 1.24–2 Oszillogramm des elektronischen Testbildes B, horizontal aufgelöst

chen) ermitteln und somit ungefähr die Lage der spiegelnden Fläche abschätzen. Die nachstehende Tabelle gilt für den Bereich III.

Entspricht der Abstand zwischen dem direkten und dem reflektierten Bild:	so ist die Entfernung zwischen Antenne und spiegelnder Fläche
1 MHz	150 . . . 300 m
2 MHz	75 . . . 150 m
3 MHz	50 . . . 100 m
4 MHz	38 . . . 75 m

Das Horizontal-(Zeilen-)Oszillogramm des Testbildes B **(Bild 1.24–2)** gibt etwa gleichartige Auskünfte wie das Testbild A (Bild 1.23–3). Man denke sich den „Gartenzaun", den die vertikalen Gitterlinien des Umfeldes erzeugen, fort und betrachte zunächst die 9stufige Grautreppe der zehn Helligkeitswerte zwischen dem Schwarzpegel (Stufe 0) und dem Weißpegel (Stufe 9). Auch hier würden ungleiche Stufenhöhen Gradationsverzerrungen anzeigen. Die horizontalen Gitterlinien im Testbild entsprechen dem horizontalen Strich in Höhe des Weißpegels. Die Sinusschwingungen mit der Frequenz 1 MHz liegen mit ihren Amplitudenspitzen zwischen dem Schwarzpegel und dem Weißpegel. Die weiteren Sinusschwingungen können nach 4,5 MHz abfallen. Die Spitzen/Spitzenentfernungen sind also ein Maß für den Amplitudengang der Verstärkung.

1.25 Elektronisches Testbild B' (Bild 1.25–1)

Eine modifizierte Ausführung des vorbesprochenen elektronischen Testbildes B zeigt das Bild **1.25–1**. Bei diesem Bild – das hier der einfachen Unterscheidung wegen mit B' bezeichnet werden soll – stellt das Mittelfeld nicht mehr eine Rechteck-, sondern eine Kreisfläche dar. Der Grund für die Einführung der Kreisfläche lag darin, daß sich hiernach die Geometrie des Bildes besser beurteilen läßt als an Hand des quadratischen Rasters. So hat sich aus der Erfahrung ergeben, daß trotz guter Justierung nach einem quadratischen Raster z. B. die vor dem Beginn des Hauptprogrammes erscheinende Uhr dennoch unrund ist. Das Auge vermag offenbar aus einer Gruppe verschiedenartiger Rechtecke, wie sie bei einem dejustierten Bild vorkommen, nicht das ideale Quadrat herauszufinden. Anderseits ist das

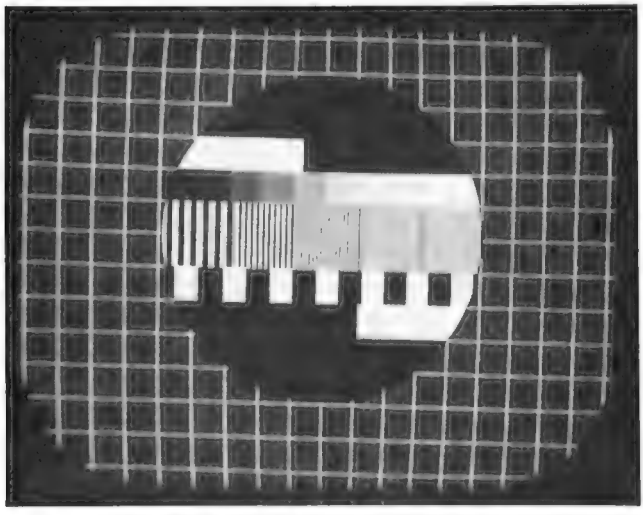


Bild 1.25–1
Elektronisches Testbild B'

Auge besonders empfindlich gegenüber Abweichungen von der vollkommenen Kreislinie. Nun zeigt jedoch eine weitere Erfahrung, daß beim „laufenden Bild" kleinere lineare Abweichungen kaum bemerkt werden. Man braucht also die Anforderungen nicht zu überspitzen.

1.26 Ausländische Test- und Pausenbilder

Abschließend seien mit dem Vorbehalt inzwischen eingetretener Änderungen noch die Testbilder ausländischer Fernsehsender gezeigt, soweit sie in den Randgebieten der BRD empfangen werden können. Britische Sender können unter anderem – namentlich in Oldenburg, Schleswig-Holstein und überhaupt in den Küstengebieten – hin und wieder unter den Bedingungen des Überreichweitenempfanges aufgenommen werden. Wie weit bei allen diesen Sendern Normenabweichungen bestehen und Mehrnormengeräte zu verwenden sind, geht aus dem Abschnitt 4.81 über Mehrnormenempfänger hervor. Genaue Ausstrahlungszeiten werden im nachstehenden nicht genannt, da sie sich im einzelnen ändern können.

Belgien

Das meist gesendete Testbild der belgischen Sender zeigt **Bild 1.26–1.** Es trägt die Inschrift TELEVISION BELGE. Erfolgen die Sendungen in flämischer Sprache, so lautet die Inschrift BELGISCHE TELEVISIE. Das Bild stimmt weitgehend mit dem Universal-(RMA-)Testbild überein (siehe Abschnitt 1.22); es fehlt jedoch der Gradationsbalken. Manchmal werden auch Bilder mit diesem Balken übertragen.

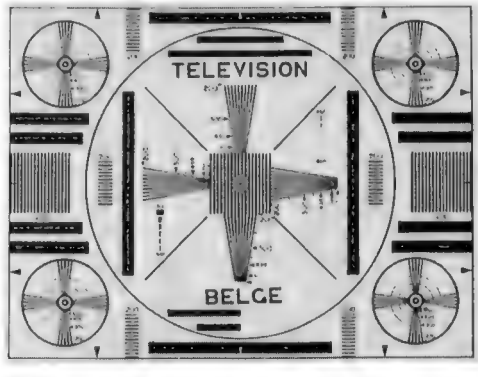


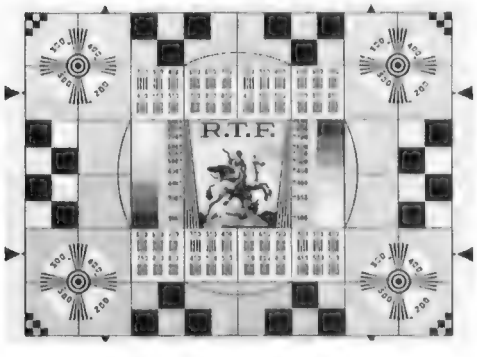
Bild 1.26–1 Testbild der belgischen Fernsehsender für das französische Programm der Radiodiffusion-Télévision Belge, Bruxelles

Dänemark

Die dänischen Sender strahlen ein elektronisches Farbtestbild aus. Die Bildelemente befinden sich in einer Kreisfläche, die im Mittelteil eines Rasters steht.

Frankreich

Von den französischen Sendern des 1. Programmes wird vor dem jeweiligen Programmbeginn das technisch wie grafisch interessante **Testbild 1.26–2** ausgestrahlt. Auch hier finden wir einige Elemente, die schon besprochen worden sind. Darüber hinaus erkennen wir an den Seiten und Ecken des Bildes Schwarz/Weiß- und Schwarz/Grau-Felder (Schachbrettmuster) zum Beurteilen der Randgeometrie. Die Auflösungskeile in der Kreisfläche sind entsprechend der 819-Zeilennorm mit den Zeilenzahlen von 300



...900 beziffert. Die zusätzlichen Felder der Frequenzstreifen legte man in verschiedenen Staffelungen von 300...850 Zeilen aus.

Die Sender des 2. Programms bringen für Testzwecke ein gleichartiges Bild, nur daß es auf 625 Zeilen und auf Farbe abgestimmt ist. Der Mittelteil enthält statt der Reiterfigur mit den flankierenden Testkeilen ein liegendes rechteckiges Bild mit Rosenblüten. Darüber und darunter befinden sich Frequenzstreifen in den Staffelungen von 1 bis 6 MHz. Die Mittelpunkte der konzentrischen Eckenkreise sind farbig (blau, gelb, grün, rot) ausgelegt.

Großbritannien

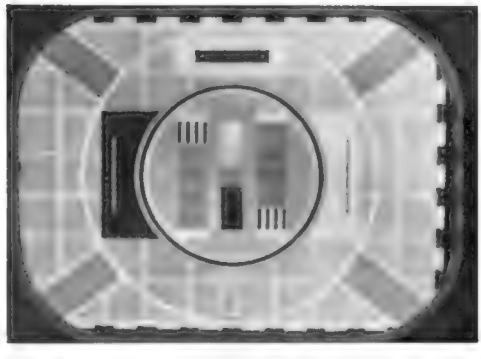
In Großbritannien arbeiten zwei Fernsehsendergruppen, die der British Broadcasting Corporation (BBC) und die der Independent Television Authority (ITA). Beide Gruppen verbreiten sowohl ein Programm mit 405 Zeilen als auch ein solches mit 625 Zeilen. Für beide Programme wird das gleiche Testbild verwendet; es enthält im Prinzip die Bildelemente des Test Card C (siehe unter **1.26–3)**, jedoch erscheint auf der inneren Kreisfläche der Ausschnitt eines Bildes aus dem nachfolgenden Programm, und zwar bei dem 405-Zeilen-Bild (VHF) in Schwarzweiß, und bei dem 625-Zeilen-Bild (UHF) in Farbe.

Luxemburg

Radio-Telé-Luxembourg sendet wochentags zwischen 14 und 18.30 Uhr das elektronische Testbild nach Bild 1.25–1, in dem lediglich die 250-kHz-Impulsreihe sowie der

Links: Bild 1.26–2 Testbild der französischen Sender (Office de Radiodiffusion-Télévision Française, Paris). Neuerdings ist der Buchstabe O (Office) dem RTF vorgesetzt. Für die Farbsendungen im 2. Programm (625 Zl.) ist der Mittelteil dieses Bildes entsprechend modifiziert.

Unten: Bild 1.26–3 Testbild von Radio-Télé-Luxembourg (Compagnie-Luxembourgeoise de Télévision, Luxembourg). (Im unteren Abschnitt des äußeren weißen Kreises stehen jedoch die Buchstaben C.L.T.)



Schwarz-Weiß-Sprung durch die Inschrift „Ecoutez R. T. L. 1239 M" ersetzt werden.

Jeweils 15 Minuten vor jeder Programmsendung erscheint ein Monoskop-Testbild nach **Bild 1.26–3.** Dieses Bild enthält verschiedene Symbole, deren grundsätzliche Bedeutung uns bereits bekannt ist. Der Gradationsbalken, hier aufrechtstehend, umfaßt nur fünf Stufen (weiß, hellgrau, mittelgrau, dunkelgrau, schwarz). Die Säulen daneben erinnern an die übereinander liegenden Frequenzstreifen des elektronischen Testbildes A (Abschnitt 1.23) mit der Reihenfolge 1, 2, 3, 4, 5 MHz vom groben bis zum feinen Strichraster. Zum Beurteilen der Eckenschärfe dienen die schwarz/weißen Diagonalstreifen; sie müssen sauber aufgelöst sein. Außerdem läßt sich an diesen Streifen die Ekkengeometrie bewerten; sie dürfen nicht gekrümmt sein. Für die Mittengeometrie und das richtige Bildseitenverhältnis ist die Form der zwei konzentrischen Kreise maßgebend, für die Gesamtgeometrie die unverzerrte Darstellung des Liniengitters. Der schwarze Horizontalbalken in dem oberen weißen Feld entspricht in der Bedeutung den vier Horizontalbalken im Universal-Testbild. Die dünne weiße Vertikallinie im linken Schwarzfeld und die schwarze Vertikallinie im rechten Weißfeld lassen Reflexionen (Geister) und Phasenfehler (Plastik, Fahnen) erkennen.

Niederlande

Im Niederländischen Fernsehen wird das original-amerikanische Testbild (RMA Resolution Chart 1946) verwendet **(Bild 1.26–4).** Die wesentlichen Einzelheiten daraus sind bereits unter *1.22 Das Universal-Testbild* erläutert worden. Einige Abweichungen sind folgende:

Die Gradationsbalken verlaufen in ihren Grauwerten von Weiß nach Schwarz umgekehrt, es sind nur jeweils zehn statt elf Felder vorhanden. Anstelle der schrägliegenden Balkengruppe im zweiten Quadranten des Mittelkreises bemerken wir eine weitere Diagonallinie. Die zwischen den Diagonallinien links und rechts übereinander angeordneten schwarzen Balkenabschnitte dienen

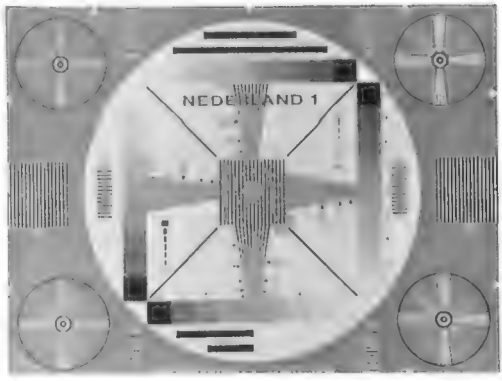


Bild 1.26–4 RMA-Testbild, wie es von den niederländischen Fernsehsendern verwendet wird. (Oberhalb des Mittelkreises befinden sich die Angaben PTT-Nederland und VSC-Hilversum)

zum Erkennen von Einschwingvorgängen und Reflexionsverzerrungen (Echos und Geister). Letztere erscheinen meist rechts neben den Balkenabschnitten als helle oder dunkle Streifen gleicher Höhe. Im Zentrum der Eckenkreise befinden sich keine schwarzen, sondern weiße Punkte. Die Bezifferung erfolgt durchweg in Zeilenangaben.

Österreich

Die österreichischen Sender für das 1. Programm strahlen ein besonders gestaltetes Farbtestbild aus, die Sender für das 2. Programm das bekannte Universal-(RMA-)Testbild (siehe unter 1.22).

Schweiz

Das schweizerische Testbild **(Bild 1.26–5)** ist besonders für die Belange des Fachhandels zugeschnitten. So reicht zum Beispiel der äußere der beiden konzentrischen Kreise fast bis zum oberen und unteren Bildrand. Zusammen mit dem inneren Kreis unter Kennzeichnung seines Zentrums sind also gute Möglichkeiten zum Beurteilen der Bildgeometrie gegeben. Zur qualitativen Bewertung der Auflösung bzw. zum Messen der Frequenzcharakteristik dienen acht Gruppen von Linienrastern, deren Strichbreiten Rechteckfrequenzen von 1...8 MHz entsprechen. Der vertikale Schwarz/Weiß/Schwarz-Bal-

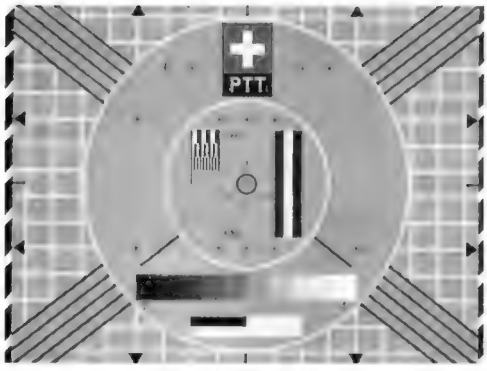


Bild 1.26–5 Testbild des schweizerischen Fernsehens (Schweizerische Post-Telephon- und Telegraphenbetriebe). Seit Anfang 1970 liegt oberhalb der Gradationsskala noch ein Farbbalken.

ken, rechts neben dem Zentrum des Kreises, dient als Vergleichspegel und zum Nachweis von Phasenfehlern, der halbe schwarze Horizontalbalken im unteren weißen Feld ermöglicht das Feststellen von Reflexionen und Geistern. Nach den beiden Diagonallinien oberhalb des Gradationsbalkens kann man wieder den Zeilensprung beurteilen. Seit 1970 wird im unteren Drittel dieses Bildes ein schmaler elektronischer Farbbalken eingeblendet.

1972 folgt die Ablösung durch das FuBK-Farbtestbild.

Ausländische Pausenbilder

Beim Weit- und Überreichweitenempfang kann die Sendegesellschaft bzw. die Nationalität ausländischer Fernsehstationen häufig nach dem Pausenbild ermittelt werden.

1.3 Justieren der Fernsehgeräte (Service-Einstellungen)

1.31 Einführung

Justieren – als technischer, physikalischer Begriff – heißt, *genau einstellen, eichen, berichtigen,* um ein Gerät vor Gebrauch in den Zustand zu bringen, der seinem Zweck entspricht.

Die Notwendigkeit, ein Fernsehgerät zu justieren, bevor es voll gebrauchsfähig ist, d. h. nach normaler Bedienung eine fehlerfreie Bild- und Tonwiedergabe ermöglicht, ergibt sich aus verschiedenen Gründen.

Fabrikseitig müssen die Geräte justiert werden, weil viele der verwendeten Bauelemente, und davon manche funktionswichtige, in den elektrischen Werten tolerieren. Weitere Abweichungen ergeben sich nach dem Zusammenbau der Teile, einschließlich Röhren, Halbleiter und integrierten Schaltungen, zu Baugruppen.

Serviceseitig müssen die Geräte justiert werden, wenn sich nach längerer Betriebszeit oder bestimmten Instandsetzungen die Werte der Bauelemente oder Baugruppen geändert haben; im ersten Fall z. B. durch natürliche Alterung und Verschleiß, im zweiten Fall z. B. durch Auswechseln defekter Teile, die in ihren Werten gleichfalls tolerieren. Auch ist es denkbar, daß einige zur Bildröhre gehörende Organe verstellt sind, sei es durch strapaziösen Transport des Gerätes oder durch vorangegangene Fehleingriffe.

Die Folgen solcher Einwirkungen sind mannigfaltig: Falscher Bildstand, schlechte Bildgeometrie, mangelnde Bildschärfe. Ferner wird vielleicht der Einstellbereich bestimmter Bedienungsorgane nicht mehr stimmen. Anderseits kann das Gerät durchaus den geforderten Bedingungen entsprechen, also völlig einwandfrei sein, nur daß es den besonderen Empfangsverhältnissen am Aufstellungsort angepaßt werden müßte.

Welche Justiermöglichkeiten (Service-Einstellungen) bestehen, ist aus **Tabelle 1.3–I** zu ersehen. Die jeweils vorgesetzten Ziffern kennzeichnen die Abschnitte, unter denen die Vorgänge näher beschrieben sind.

Tabelle 1.3-I. Justiermöglichkeiten (Service-Einstellungen)

1.32 Mechanische Justierungen *) Bei älteren Geräten, etwa bis zum Baujahr 1959

Abschnitt	Art	Justierorgane
1.321*)	Gleichmäßige und optimale Ausleuchtung des Bildschirmes	Ionenfallenmagnet
1.322	Bilddrehung (verkantetes Bild)	Ablenkeinheit
1.323	Bildverschiebung	Einstellscheiben an der Ablenkeinheit oder Zentriermagnet
1.324	Bildverzeichnung (Kissenverzerrung)	Kissenentzerrungsmagnete an der Ablenkeinheit
1.325*)	Bildschärfe (magnetische Fokussierung)	Fokussiermagnet

1.33 Elektrische Justierungen

Abschnitt	Art	Lage des Justierorganes
1.331	Frequenzabgleich des Horizontal-Steuergenerators (Zeilensynchronisierung)	Ablenkteil
1.332	Frequenzabgleich des Vertikal-Steuergenerators (Bildsynchronisierung)	
1.333	Bildhöhe (Bildamplitude)	
1.334	Vertikale Linearität (Bildlinearität)	
1.335	Bildbreite (Zeilenamplitude)	
1.336	Horizontale Linearität (Zeilenlinearität)	
1.337	Einstellen der Boosterspannung	
1.338	Bildschärfe (statische Fokussierung)	
1.339	Bildauflösung (Oszillatornachstimmung)	Verstärkerteil
1.3310	Abstimmanzeige	
1.3311	Abstimmautomatik	
1.3312	Kontrast-Einstellbereich (Ansteuerung der Video-Endröhre)	
1.3313	Helligkeits-Einstellbereich (Strahlstrombegrenzung)	
1.3314	Regelspannungsverzögerung (Schwellwertregelung)	

Das Justieren selbst erfolgt an bestimmten *Nachstellorganen*. Es gibt dafür mechanische Vorrichtungen, die auf dem Hals der Bildröhre angeordnet sind (mechanische Justierungen), und es gibt weiterhin elektrische Elemente, wie Potentiometer, Spulenkerne oder Trimmer, die man an verschiedenen Stellen der Chassis vorfindet (elektrische Justierungen).

Beispiele für den Lageplan der Justierorgane, und zwar jeweils an einem Vertikal-Chassis, zeigen die **Bilder 1.3–1** (Blaupunkt Standard de Luxe, Bj. 1960/61), **1.3–2/I** (Siemens-Bildmeister, Bj. 1967), **1.3–2/II** (Saba-Fernsehgeräte, Bj. 1965/66) und **1.3–3** (Telefunken Fernsehchassis 206 B, Bj. 1966). Die Teilansicht eines Lageplanes der Justierorgane in einem Gerät mit Horizontal-Chassis

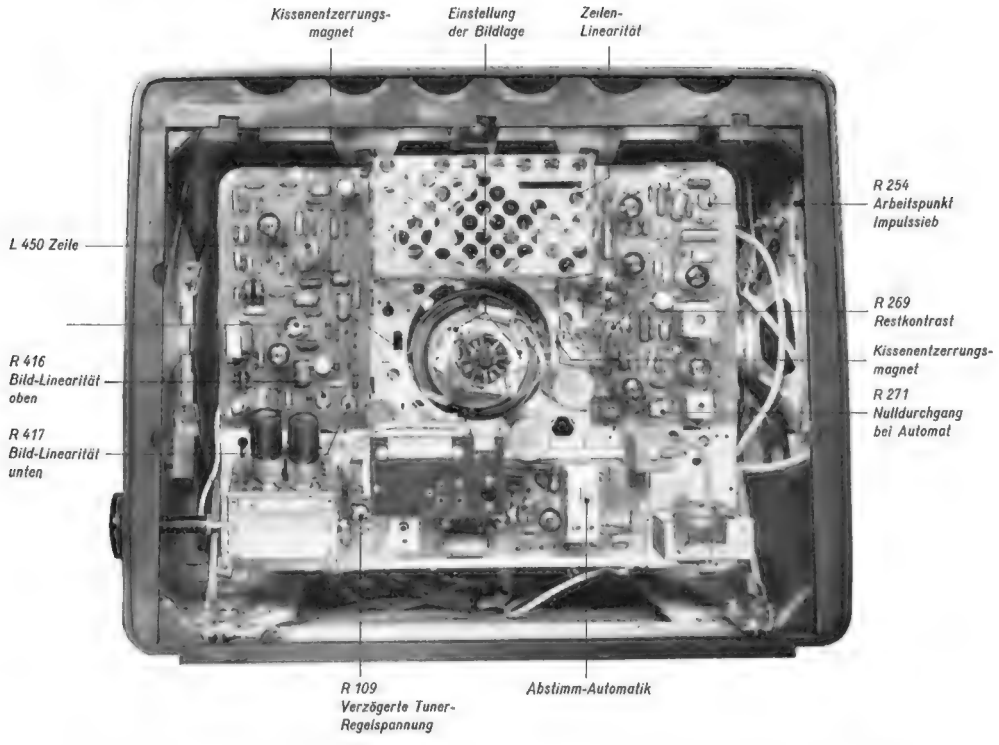


Bild 1.3–1 Service-Einstellungen am Blaupunkt Standard de Luxe, Baujahr 1960/61

(Nordmende Fernseh-Chassis UNI 17, Bj. 1966/67) gibt **Bild 1.3–4** wieder.

Die Praxis des Justierens ist zwar nicht vergleichbar mit Instandsetzungs- und Abgleicharbeiten, doch erfordert auch sie bestimmte Kenntnisse und Erfahrungen. Im allgemeinen sollten sich nur Techniker damit befassen. Im besonderen kann aber den einen oder anderen Handgriff auch derjenige durchführen, der dazu angelernt wurde oder eigene Erfahrungen darin erwarb. Dies bezieht sich in erster Linie auf solche Servicearbeiten, die ohne Abnahme der Rückwand möglich sind (bei einem bestimmten Gerät z. B. die Feineinsteller für die Abstimmautomatik und die Einsteller für Bildhöhe und vertikale Linearität).

Genaue Aufschlüsse, wann diese Einstellungen notwendig sind und wie sie vor allem durchgeführt werden, gibt die jeweilige Service-Anweisung. Hier seien nur einige grundsätzliche Hinweise gegeben:

Alle Justierungen sind bei normaler Netzspannung und in betriebswarmem Zustand des Gerätes vorzunehmen, d. h. nach etwa 10 Minuten Einschaltzeit.

Die meisten Justierarbeiten, namentlich mechanische, erfordern Eingriffe in das Innere des eingeschalteten Gerätes. Das zur Bildröhre führende Hochspannungskabel und einzelne Teile im Abschirmkäfig des Zeilentransformators können Spannungen bis etwa 20 kV führen. Auch unterhalb des Chassis treten Spannungen bis zu 1000 V auf.

Deshalb größte Vorsicht; alle einschlägigen Gebote beachten!

Bild 1.3–2/I Service-Einstellungen am Siemens-Bildmeister FT 94, Baujahr 1967

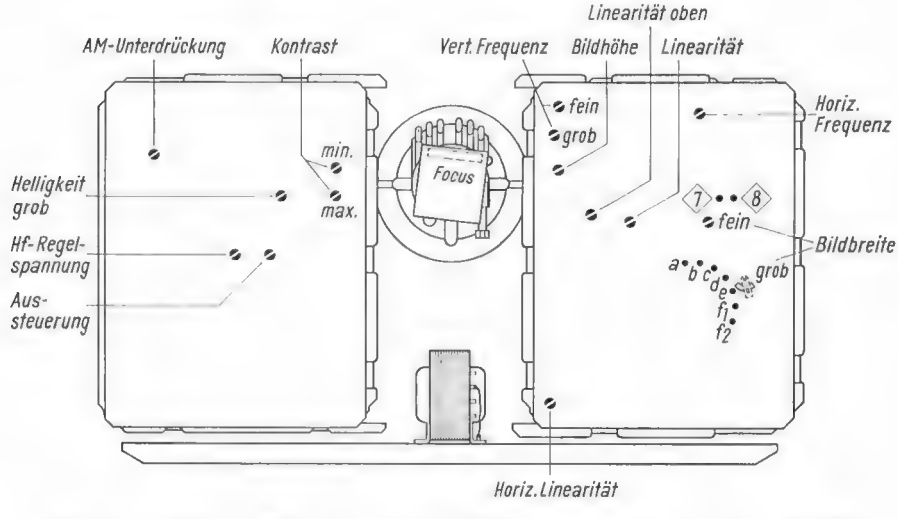


Bild 1.3–2/II Service-Einstellungen an Saba-Fernsehgeräten des Baujahres 1965/66

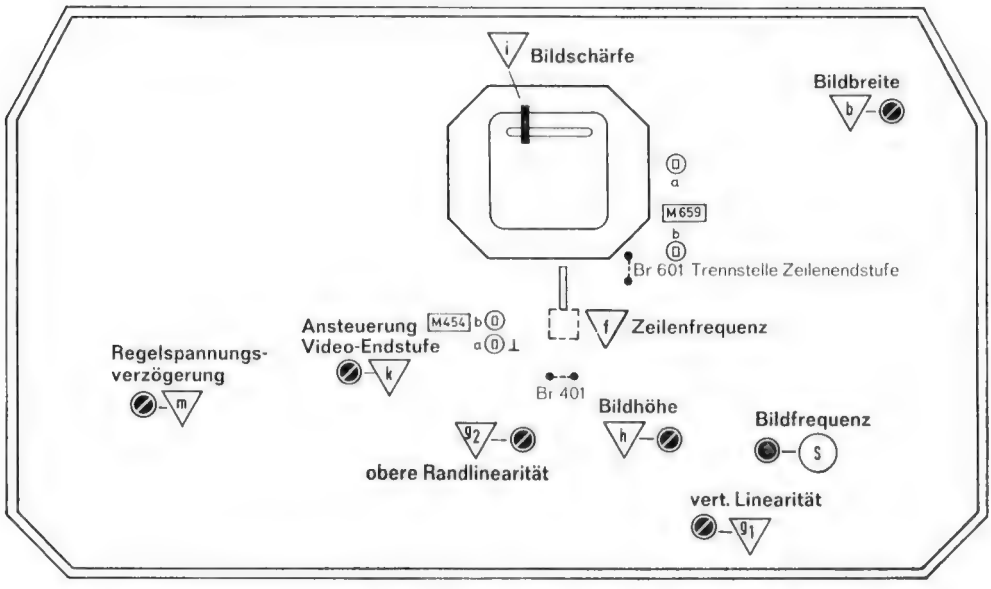


Bild 1.3–3 Service-Einstellungen am Telefunken-Fernseh-Chassis 206 B, Baujahr 1966

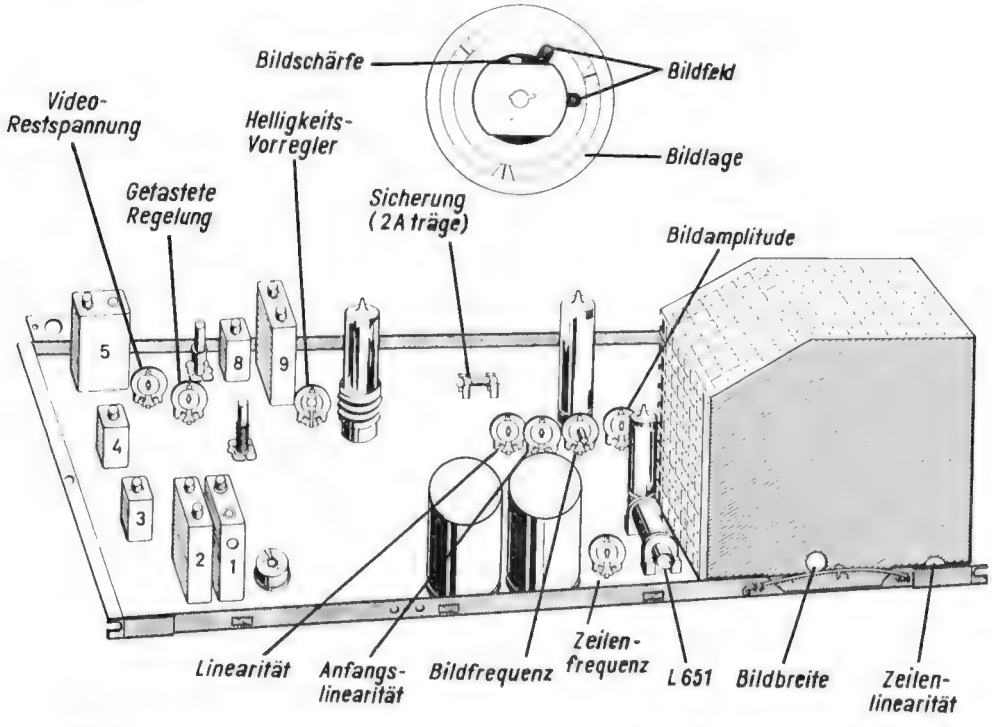


Bild 1.3–4 Service-Einstellungen am Nordmende-Fernseh-Chassis UNI 17, Baujahr 1966/67

Aus Sicherheitsgründen ist der Netzanschluß des Fernsehempfängers über einen *Trenntransformator* vorzunehmen, am besten über einen regelbaren, weil dann Über- oder Unterspannungen des Netzes kompensiert werden können. Welche Anforderungen an diesen Transformator zu stellen sind, wird im Abschnitt 2.26 beschrieben.

Wer – gegen die Vorschrift – ohne Trenntransformator arbeitet, soll zumindest den Gerätestecker so polen, daß das Chassis gegen Erde spannungsfrei ist.

Weitere Hinweise finden wir unter 2.26, 3.42 und 4.2.

Oft ist nur ein einzelnes Organ zu justieren, manchmal sind es mehrere. Die Reihenfolge hängt dann ganz von den auftretenden Fehlererscheinungen ab. Läuft z. B. bei einem Empfänger mit vertikaler Bildfangautomatik das Bild fahrstuhlartig über den Bildschirm, so muß natürlich erst dieser Vorgang korrigiert werden, ehe man in der Lage ist, etwaige weitere Bildfehler zu erkennen. Verschiedentlich überlappen sich die Arbeiten, so z. B. die Einstellung der Bildhöhe und Bildlinearität – oder der Bildbreite und Hochspannung.

Meist kommt man beim Justieren mit normalen, isolierten Schraubenziehern aus; in einigen Fällen benötigt man auch elektronische Meßgeräte, vor allem ein Röhren- oder Transistorvoltmeter.

Zur Kontrolle der Bildgüte dient am besten das vom Sender abgestrahlte *Testbild* (s. Abschnitt 1.2). Es gibt uns Aufklärung darüber, wie das Gerät unter den gegebenen Empfangsverhältnissen arbeitet. Zeigen sich Abweichungen vom „Normalbild" und lassen sie den Schluß zu, daß die Ursache am Empfänger liegt, so ist zu überlegen, ob und mit welchen Service-Einstellungen der Mangel zu beseitigen ist. Wer in diesen Arbeiten über genügend Erfahrungen verfügt, kommt bei bestimmten Service-Einstellungen auch ohne Testbild aus; er richtet sich dann nach der gerade laufenden Senderdarbietung und ist somit von den Testbildzeiten unabhängig. Andererseits gibt es als teilweisen Ersatz für das Sendertestbild ein vom Fernsehsignal-Generator erzeugtes Bild (s. Abschnitt 2.46).

Einstellungen, die unbedingt ein Testbild erfordern, sind:

1.323 Bildverschiebung
1.324 Bildverzeichnung (Kissenverzerrung)
1.333 Bildhöhe
1.334 Vertikal Linearität
1.335 Bildbreite
1.336 Horizontale Linearität.

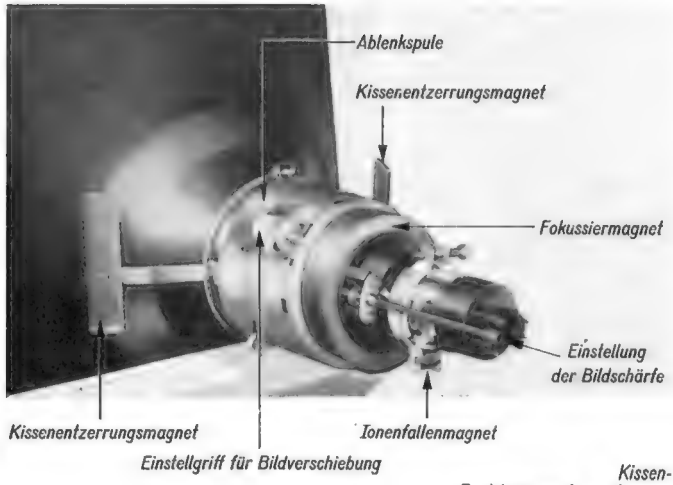
Hier kommt man bei der Wiedergabe einer „lebenden Darstellung" deshalb nicht zurecht, weil der dauernde Szenenwechsel keine Fixierpunkte bietet. Im übrigen kann ein Gesicht schon von Natur aus betont oval sein oder ein Darsteller lange Beine haben. Wie wollte man also lineare Verzerrungen danach beseitigen? Meist verschlimmert man den Fehler.

Beim Justieren des Gerätes betrachten wir das Schirmbild am besten in einem Spiegel (s. Seite 83), dessen Ebene möglichst parallel zur Bildschirmebene liegt. Auf diese Weise kann man die Veränderungen auf dem Bildschirm bei Geometrieeinstellungen einmal in angemessener Entfernung und zum anderen bequem beobachten, selbst wenn die Justierorgane hinten liegen. Ist kein Spiegel vorhanden, so muß man jeweils die Wirkung einer erfolgten Geometrieeinstellung in einem gewissen Abstand vom Bildschirm betrachten.

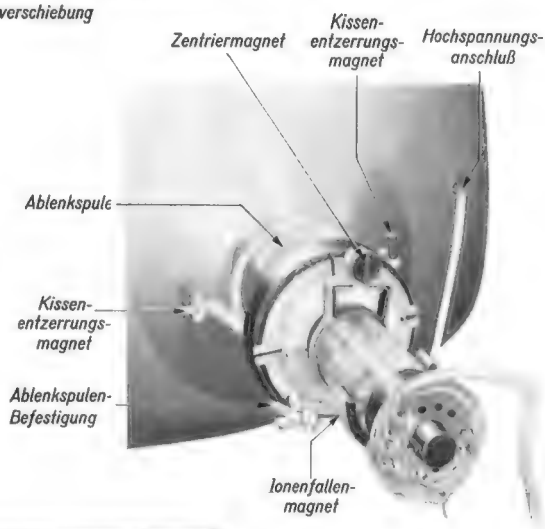
Sollte das Justieren in dem einen oder anderen Fall keinen Erfolg bringen, so liegt meist ein Fehler im Gerät vor. Wegweisend für die Fehlerortung, ausgehend von der jeweiligen Fehlererscheinung, ist dann der Abschnitt 4.4.

1.32 Mechanische Justierungen

Die Organe, die beim Service unter Umständen mechanisch justiert werden müssen, befinden sich – wie schon bemerkt – auf dem Hals der Bildröhre. Es handelt sich hierbei um
den *Ionenfallenmagneten* (bei älteren Geräten, etwa bis zum Baujahr 1959).

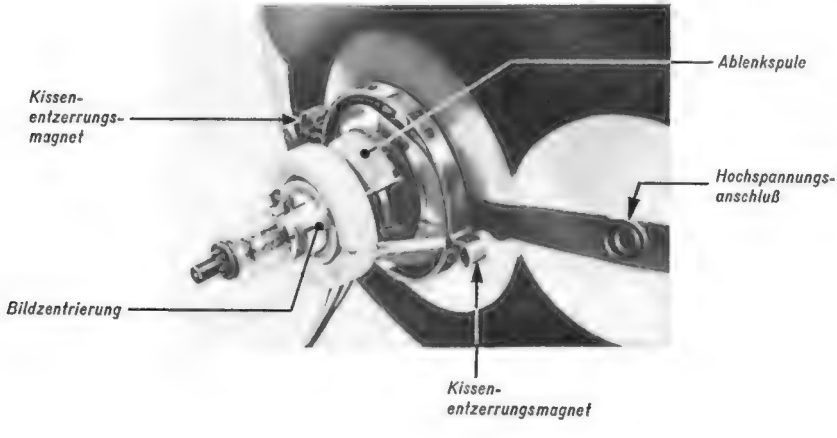


Oben: Bild 1.3–5 Einstellorgane an einer älteren Bildröhre mit Ionenfalle und magnetischer Fokussierung, z. B. MW 53–20 Telefunken FE 10, Baujahr 1954/55



Rechts: Bild 1.3–6 Einstellorgane an einer älteren Bildröhre mit Ionenfalle und elektrostatischer Fokussierung, Typ AW 53–80, Telefunken FE 16, Baujahr 1958/59

Unten: Bild 1.3–7 Einstellorgane an einer modernen Bildröhre, z. B. der A 59–23 W



den *Ablenksatz* in Verbindung mit den *Kissenentzerrungsmagneten* und den *Zentriermagneten* sowie eventuell dem *Fokussiermagneten* (bei MW-Bildröhren).

Über die technische Ausführung und Lage dieser Organe bei einigen älteren und neueren Geräten unterrichten die **Bilder 1.3–5**, **1.3–6** und **1.3–7.**

1.321 Optimale und gleichmäßige Ausleuchtung des Bildschirmes

Ältere Empfänger enthalten meist Bildröhren, deren Strahlsystem geknickt ist und die mit einer Ionenfalle betrieben werden (siehe Tabelle 7–II im Anhang und **Bild 1.3–8**). Moderne Bildröhren besitzen dagegen ein gerades Strahlsystem und sind mit einem Leuchtschirm versehen, der mit einer genügend dicken Metall- (Aluminium-)schicht hinterlegt ist. Diese Röhren benötigen zum Betrieb keine Ionenfalle mehr, weil die „schweren" Ionen in der dicken Schicht stekken bleiben, während die viel leichteren Elektronen sie durchdringen. Obwohl also die Ionenfalle für moderne Geräte keine Bedeutung mehr hat, sollen sie und der Umgang mit ihr dennoch ausführlich behandelt werden, weil auch jetzt noch viele ältere Empfänger mit einer solchen im Betrieb sind.

Bei einem solchen Gerät kann es vorkommen, daß der Bildschirm trotz normal aufgedrehtem Helligkeitsknopf nicht ausgeleuchtet wird. Bemerkt man dann noch beim Zurückdrehen dieses Knopfes in einer oder in zwei Ecken des Bildschirms Abschattierungen **(Bild 1.3–9),** so liegt die Ursache mit hoher Wahrscheinlichkeit am Ionenfallenmagnet. Er kann verstellt sein, beispiels-

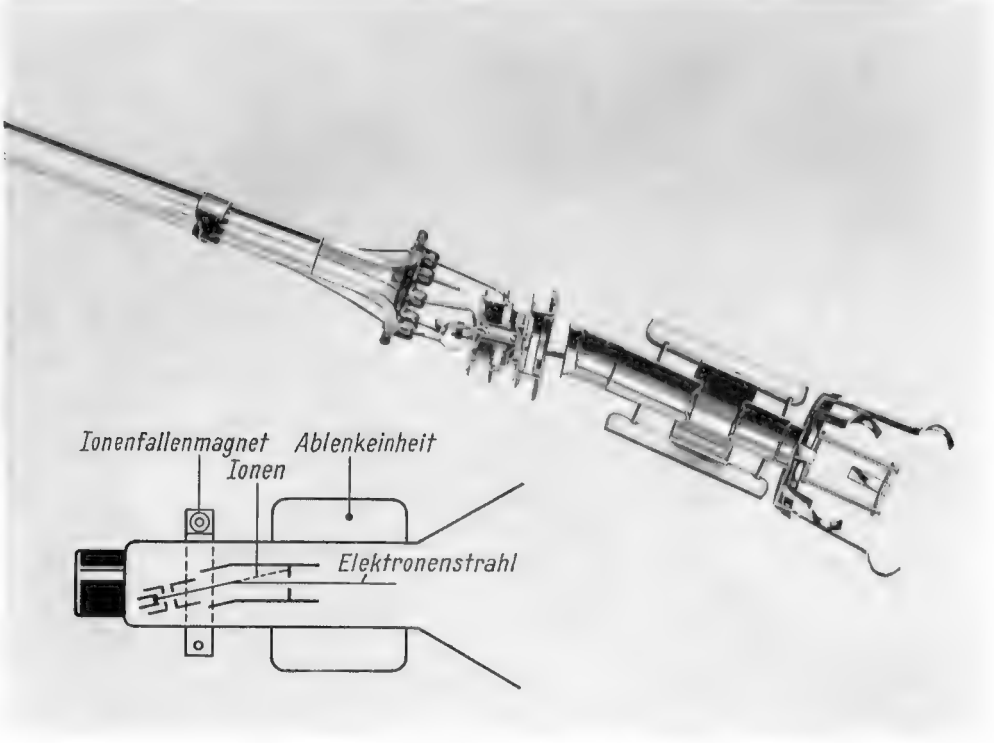


Bild 1.3–8 Aufbau und Prinzip der Ionenfalle an einer magnetisch fokussierten Röhre

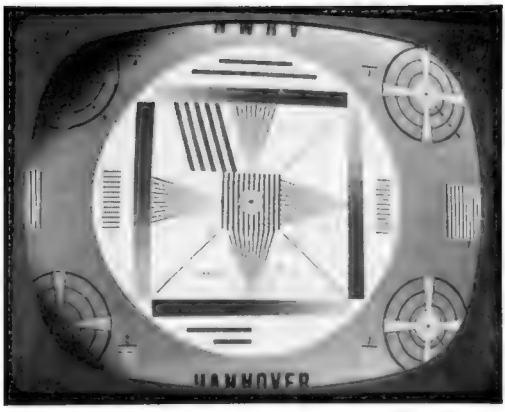
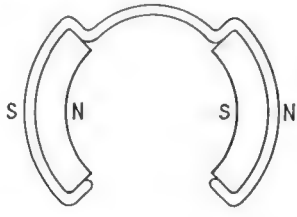


Bild 1.3–9 Abschattierungen bei falsch justierter Ionenfalle

Rechts: Bild 1.3–10 Ionenfalle aus zwei magnetisierten Eisenoxydsegmenten, oben im Foto, unten in schematischer Zeichnung



weise durch starke Erschütterungen des Gerätes bei einem Transport oder durch eine Fehleinstellung gelegentlich eines Eingriffes im Gerät. Er kann aber auch gealtert sein und an Wirksamkeit verloren haben. Ganz gleich, welche Gründe hier vorliegen, würde ein Verbleiben der Röhre in diesem Arbeitszustand nicht nur eine schlechte Bildgüte, sondern auch eine Verkürzung der Lebensdauer bedeuten. Der Ionenfallenmagnet muß daher erneut richtig eingestellt und gegebenenfalls sogar ersetzt werden.

Zunächst sind die konstruktive Ausführung und die allgemeine Lage des Ionenfallenmagneten zu beachten. Er soll sich in etwa 5...10 mm Entfernung vom Bildröhrensockel befinden.

Bei den Bildröhren AW 43–80/AW 53–80 und auch MW 43–80/MW 53–80 sowie MW 43–69 u. a. finden wir einen Ionenfallenmagneten aus zwei magnetisierten Eisenoxydsegmenten vor, die durch einen federnden Metallbügel festgehalten werden **(Bild 1.3–10).** Der Prägepfeil auf dem Steg des Bügels muß auf den Röhrensockel (Stift 9) zeigen.

Bei den Bildröhren MW 43–64/MW 53–20, MW 43–61 u. a. wird vielfach der in **Bild 1.3–11** dargestellte Ionenfallenmagnet benutzt. Sein Halter umspannt den Röhrenhals und wird durch eine Kordelschraube festgezogen. Bei ihm ist der Magnetkern mit einem Pfeil versehen.

Liegt der Hochspannungsanschluß (von hinten gesehen) auf der rechten Seite der Bildröhre, so muß sich der Magnetkern bzw. Steg unterhalb des Röhrenhalses befinden. In den seltenen Fällen eines linksseitigen Hochspannungsanschlusses muß der Magnet oberhalb des Röhrenhalses liegen.

Über das richtige Einstellen des Ionenfallenmagneten orientiert man sich am besten in der vom Gerätehersteller für den entsprechenden Empfängertyp herausgebrachten Service-Anweisung. Wenn diese nicht mehr greifbar ist, mögen die nachstehend aufgeführten Punkte wegweisend sein.

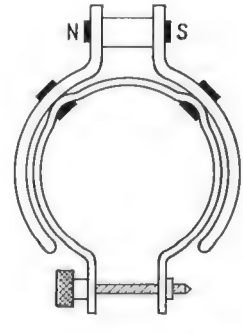


Bild 1.3–11 Ionenfalle mit Stabmagnet und Polschuhen

Grundsätzliche Richtlinien für das Einstellen des Ionenfallenmagneten

1. Ionenfallenmagnet bei abgeschaltetem Gerät auf dem Hals der Bildröhre bis in unmittelbare Nähe des Röhrensockels schieben und in richtige Lage (Pfeilstellung) bringen. Eventuell Lack-Sicherung mit Tri aufweichen.

2. Für konstante Netzspannung (Sollwert: 220 V) sorgen und nach Einschalten des Gerätes bei ausreichendem Kontrast den Helligkeitsknopf so weit aufdrehen, daß ein Schirmbild (zweckmäßig ein Testbild mit großem Weißanteil) von mittlerer Helligkeit erscheint. Hierfür ist der Strahlstrom mit 100...150 µA zu bemessen und im Verlaufe der Justierungen durch entsprechende Einstellung des Helligkeitsknopfes weitgehend konstant zu halten.

3. Ionenfallenmagnet bei einem Spielraum von etwa 5...10 mm Entfernung vom Röhrensockel behutsam längs der Röhrenachse verschieben, bis ein Helligkeitsmaximum auftritt.

4. Ionenfallenmagnet nunmehr etwas um die Röhrenachse in der einen oder anderen Richtung drehen, bis ein weiteres Helligkeitsmaximum auftritt. Diese Einstellung ist richtig, wenn auch bei voll aufgedrehtem Helligkeitsknopf in den Ecken des Bildes keine Abschattierungen auftreten. Bemerkt man solche, so muß man den Ionenfallenmagneten – ohne Helligkeitsverlust – noch einmal geringfügig verschieben oder drehen.

5. Da Einstellungen des Ionenfallenmagneten, der Bildverschiebung/Bildzentrierung (1.323) und der Bildschärfe/Fokussierung (1.325 bzw. 1.338) meist voneinander abhängig sind, müssen sie in der Regel – besonders nach dem Einbau der Bildröhre – wechselseitig vorgenommen werden. Der letzte Arbeitsvorgang ist stets das Justieren der Ionenfalle.

Bemerkungen über die Wirkungsweise der Ionenfallen

Ionen sind positiv oder negativ geladene Materieteilchen von Atom- oder Molekülgröße und damit sehr viel schwerer als ein Elektron. Sie entstehen in der Bildröhre einerseits an der Katode bei der Emission, anderseits in der Nähe der Katode durch elektrische Aufladung der restlichen Gas-Moleküle im Vakuum beim Zusammenstoß mit den Elektronen auf deren Flug von der Katode zum Bildschirm.

Ohne entsprechende Maßnahmen würden die Elektronen auf dem Bildschirm auftreffen. Nun liegt das Bedenkliche darin, daß die Ionen entsprechend ihrer größeren Masse von den magnetischen Ablenkfeldern weit weniger beeinflußt werden als die Elektronen. Die Ionen würden stets einen verhältnismäßig kleinen, um die Bildschirmmitte gelegenen Bezirk erreichen und hier die Leuchtschicht in kurzer Zeit zerstören. Das bleibende Ergebnis wäre dann der sogenannte Ionenfleck, d. h. eine starke bräunliche Verfärbung der Bildschirmmitte. Als Gegenmaßnahme wurde daher bei einer Reihe von Röhren der erste Teil des Elektrodensystems schräg gestellt (Bild 1.3–8). So prallen nun die „schweren" Ionen unter dem Einfluß der Beschleunigungsspannung geradewegs und wirkungslos auf die Wandung bzw. Blende der röhrenförmigen Anode, während die „leichten" Elektronen durch einen von außen angebrachten Permanentmagneten – den Ionenfallenmagneten – in die richtige Bahn zum Bildschirm umgelenkt werden.

Nach dieser grundsätzlichen Betrachtung wird verständlich, wie wichtig das genaue Einstellen des Ionenfallenmagneten ist. Gelangt nämlich nur ein Teil der emittierten Elektronen zum Bildschirm, so wird die Leuchtschicht weniger angeregt und das Bild dunkler. Außerdem können die auf die Blende treffenden Elektronen Gasausbrüche und Sekundärelektronen auslösen. Das führt meist zu einer Verschlechterung des Vakuums und schließlich zum Versagen der Bildröhre überhaupt.

1.322 Bilddrehung (verkantetes Bild)

Erscheint das Bild gegenüber der Horizontalen mehr oder minder verkantet **(Bild 1.3–12)**, so müssen wir die Ablenkeinheit auf dem Röhrenhals nach Lockern des sie umgebenden Spannbandes oder der vorgesetzten Manschette behutsam so weit in der einen oder anderen Richtung um die Röhrenachse drehen, daß die Kanten des Bildes parallel zu denen des Gehäuses verlaufen. Dabei ist zu beachten, daß die Ablenkeinheit fest gegen den konischen Teil der Bildröhre liegt. Axialverschiebungen der Ablenkeinheit zum Sockel hin verursachen Unschärfe und Ausblendungen. Diese Erscheinungen können auftreten, wenn die Ab-

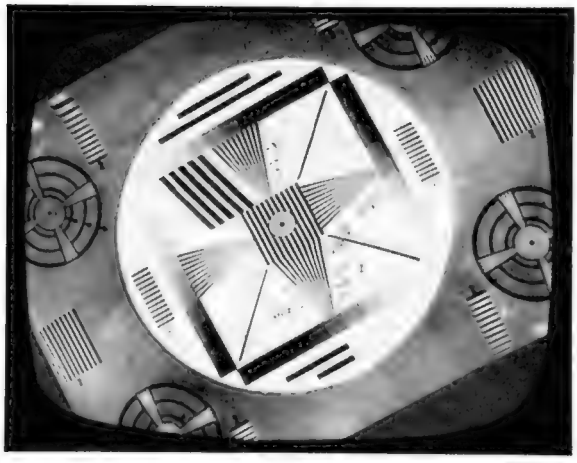


Bild 1.3–12 Verkantetes Bild

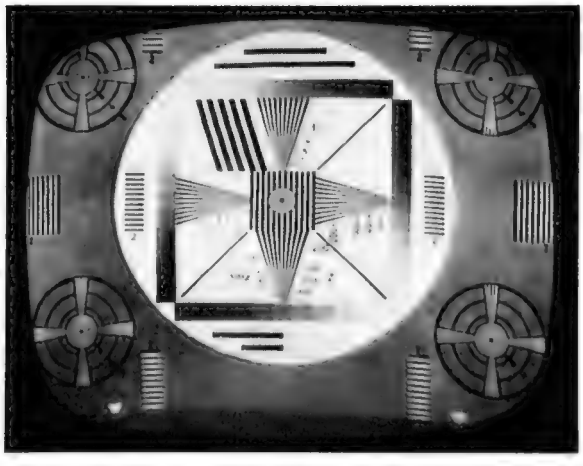


Bild 1.3–13 Bild nach oben verschoben

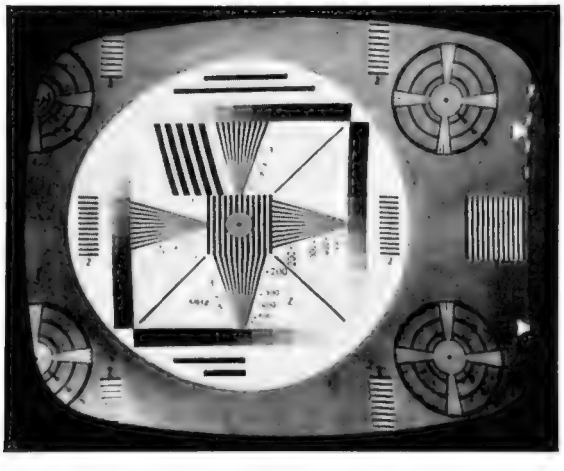


Bild 1.3–14 Bild seitlich verschoben

lenkeinheit nicht genügend festgeschraubt und das Gerät Transporterschütterungen ausgesetzt wurde.

1.323 Bildverschiebung

Treten Schatten an den Bildschirmkanten auf oder erscheint das Bild im Bildfenster zu hoch, zu tief, seitlich oder diagonal verschoben **(Bild 1.3–13** und **1.3–14)**, so bestehen dafür je nach Empfängertyp und Bildröhre folgende mechanische Justiermöglichkeiten:

a) Die heutigen elektrostatisch fokussierten Bildröhren weisen zwei magnetisierte Stahlblechringe an der Ablenkeinheit **(Bild 1.3–15)** auf. Verdrehen gegeneinander verändert die Weite der Verschiebung; Verdrehen zusammen um die Röhrenachse bestimmt die Richtung der Verschiebung.

b) bei den früher erschienenen Bildröhren dieser Art (z. B. AW 43–20/AW 43–80 und AW 53–80) ist der Ablenkeinheit in ungefähr 2 cm Entfernung ein gesonderter Zentriermagnet vorgesetzt **(Bild 1.3–16)**. Er besteht aus zwei Weicheisenklammern, die einerseits den Röhrenhals, anderseits einen kleinen zylindrischen bzw. pilzförmigen, quermagnetisierten Permanentmagneten umschließen. Eine Bügelfeder hält beide Klammern zusammen. In der Lage, in der ein Pol des Magneten an dem einen Eisenbügel und sein Gegenpol an dem anderen anliegt (hierbei zeigt der Strich auf dem Magnetkern zur Röhrenachse hin), erreicht das Magnetfeld seine größte Dichte. Es erfolgt keine Auslenkung des Elektronenstrahls (Nullstellung). Ein Verdrehen des Magnetkernes selbst und des gesamten Zentriermagneten verändert

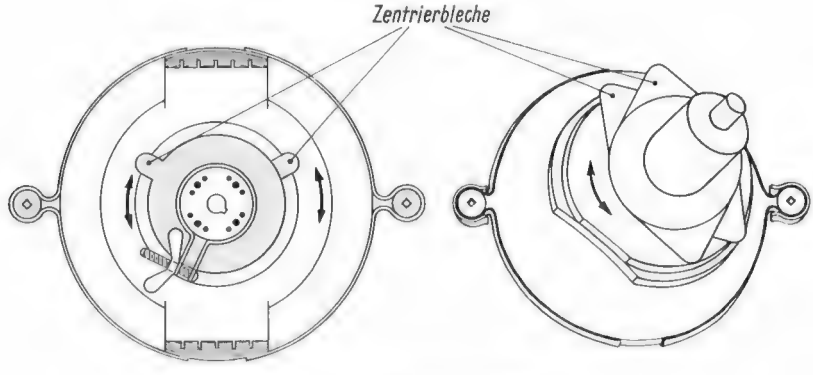


Bild 1.3–15 Zentrierringe

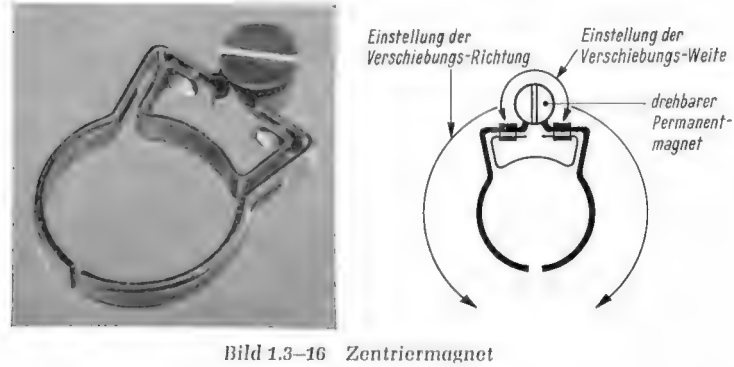


Bild 1.3–16 Zentriermagnet

die Dichte und Richtung des Magnetfeldes und lenkt entsprechend den Elektronenstrahl ab.

c) Bei den alten magnetisch fokussierten Bildröhren, z. B. MW 53–80, ist eine Zentrierscheibe vorgesehen, die als Polschuh des Fokussiermagnetfeldes wirkt und nach Lockern der Arretierschraube(n) an einem Einstellgriff beweglich ist.

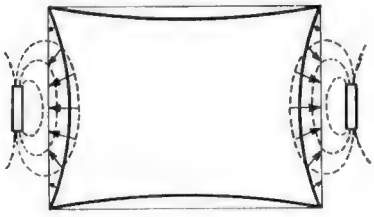


Bild 1.3–17 Kissenförmige Bildverzeichnung

Achtung! Bei der Ausführung b) beginnt man das wechselseitige Justieren mit der Nullstellung des Zentriermagneten. Die Ausführungen b) und c) werden bei Bildröhren mit Ionenfalle benutzt. Hier beeinflussen sich – wie bereits bemerkt – die Korrektursysteme gegenseitig. Ändert man eine Einstellung, so muß man auch die andere korrigieren.

1.324 Bildverzeichnung (Kissenverzerrung)

Eine kissenförmige Verzeichnung des Bildes (eingewölbte Bildränder, **Bild 1.3–17**) können wir mit zwei, teilweise auch mehr, am Ablenkjoch montierten Magneten, den sog. *Kissenentzerrern* **(Bild 1.3–18** und **1.3–19)**, ausgleichen. Dazu wird entweder die Halterung dieser Magnete vorsichtig verbogen oder bei neueren Ausführungen der runde Magnetkern in seiner Halterung mit einem Schraubenzieher oder Vierkantschlüssel aus elastischem Isoliermaterial entsprechend gedreht.

Man sollte diese Einstellungen nach dem Testbild eines Fernsehsenders oder Fernsehsignal-Generators vornehmen. Bei Überkompensation des Fehlers entsteht im Gegensatz zur kissenförmigen Verzeichnung eine tonnenförmige.

Achtung! Immer darauf bedacht sein, daß die Magnete nicht in ihren Fassungen gelockert werden dürfen, ggf. mit Lack sichern.

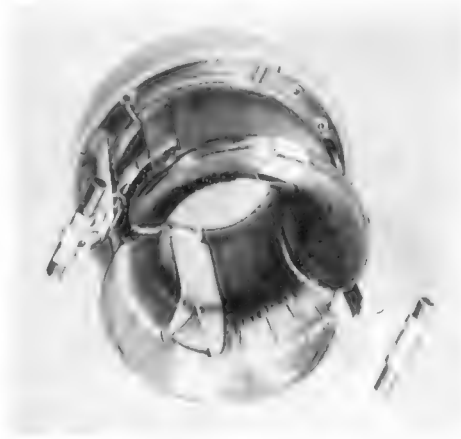


Bild 1.3–18 Kissenentzerrungsmagnete an der Ablenkeinheit (Einstellung durch Verbiegen der Halterungen)

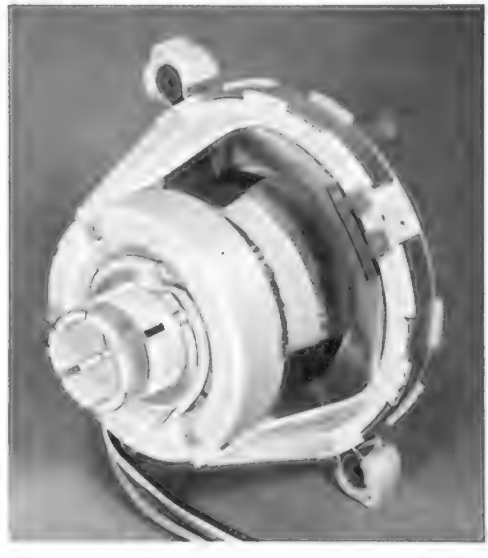


Bild 1.3–19 Kissenentzerrungsmagnete an der Ablenkeinheit (Einstellen durch Drehen der Magnetkerne)

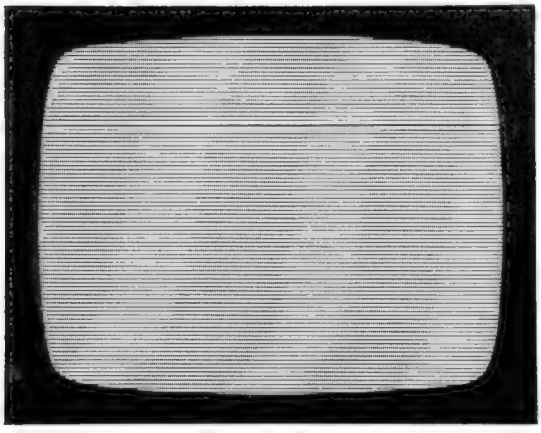


Bild 1.3–20 Gleichmäßige Zeilenschärfe über den ganzen Bildschirm

Bild 1.3–21 Gute Mittenschärfe, jedoch keine Randschärfe

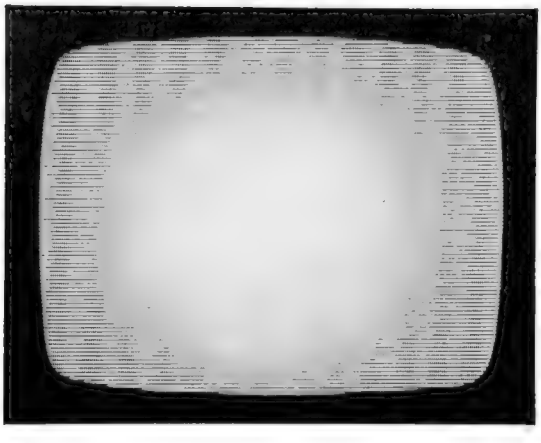
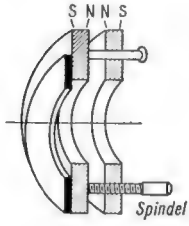


Bild 1.3–22 Gute Randschärfe, jedoch keine Mittenschärfe

1.325 Bildschärfe (magnetische Fokussierung)

Zur Herbeiführung der besten Bildschärfe wird der Elektronenstrahl bei den älteren Bildröhren (MW-Typen) magnetisch, bei den neueren Bildröhren (AW- und A-Typen) elektrostatisch fokussiert. Für beide Fälle bestehen Korrekturmöglichkeiten. Dabei gilt grundsätzlich:

Die Bildschärfe ist richtig eingestellt, wenn die Zeilenstruktur auf dem Bildschirm (Kontrastknopf auf Linksanschlag, Helligkeitsknopf halb aufgedreht) über die ganze Fläche hinweg gleichmäßig scharf hervortritt. Es soll also weder eine maximale Schärfe in der Schirmmitte noch an den Schirmrändern angestrebt werden **(Bild 1.3–20, 1.3–21, 1.3–22)**.



Links: Bild 1.3–23 Schnittzeichnung eines neueren Fokussiermagneten

Zur Korrektur der magnetischen Fokussierung dienen meist zwei am Ablenktopf befestigte Ringmagnete (Ferroxdure-Ringe), deren Entfernung zueinander über eine Spindel eingestellt wird **(Bild 1.3–23)**.

Bei den älteren Bildröhren sind verschiedenartige Fokussier-(Konzentrations-)magnete gebräuchlich. Eine Auslese davon zeigt **Bild 1.3–24**.

Das Justieren der Fokussiermagnete wird erstmalig bei der Fertigung des Gerätes im Werk vorgenommen. Ein Nachstellen ist im allgemeinen nur bei Alterung der Bildröhre oder nach ihrem Auswechseln erforderlich.

1.33 Elektrische Justierungen

1.331 Frequenzabgleich des Horizontal-Steuergenerators (Zeilensynchronisierung)

Zeigt ein Empfänger, der mit einer Zeilenfangautomatik (Horizontalfrequenz) ausgerüstet ist, keinen stabilen Zeilenstand **(Bild 1.3–25)**, oder tritt der gleiche Fehler bei einem Gerät ohne diese Automatik auf, wobei der dann eventuell vorgesehene Bedienungsknopf in Mittelstellung stehen sollte, so sind meist folgende Justierarbeiten notwendig:

a) Vergleichsimpuls des Phasendiskriminators (differenzierter Zeilenrücklaufimpuls)

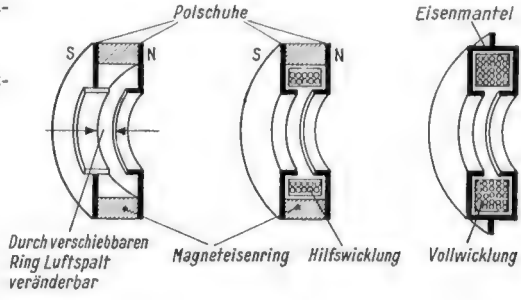


Bild 1.3–24 Schnittzeichnungen verschiedenartiger älterer Fokussiermagnete

– evtl. über einen Elektrolyt-Kondensator von 50 µF – gegen Masse kurzschließen;

b) Horizontal-Steuergenerator (z. B. durch Kernverdrehung einer Sinusgenerator-Spule) so nachstimmen, daß das Bild in der Mitte des Bildfensters „schwebt", d. h. zeitlich begrenzt stillsteht bzw. sich leicht seitlich durch das Bildfenster bewegt.

c) Obengenannten Kurzschluß aufheben;

d) Kontrolle der Einstellung durch kurzzeitiges Drücken einer anderen Programmwahltaste bzw. durch Drehen des Programmwahlknopfes oder des Kanalschalters bzw. durch Betätigen der VHF/UHF-Umschalttaste, wobei nach dem Zurückschalten die Synchronisierung sofort wieder einsetzen muß. Sonst Vorgang a...c wiederholen.

Bemerkungen:

Bei ausgefallener Zeilensynchronisierung gibt die Anzahl der schräg durch das Bild verlaufenden schwarzen Streifen die ungefähre Abweichung von der Sollfrequenz

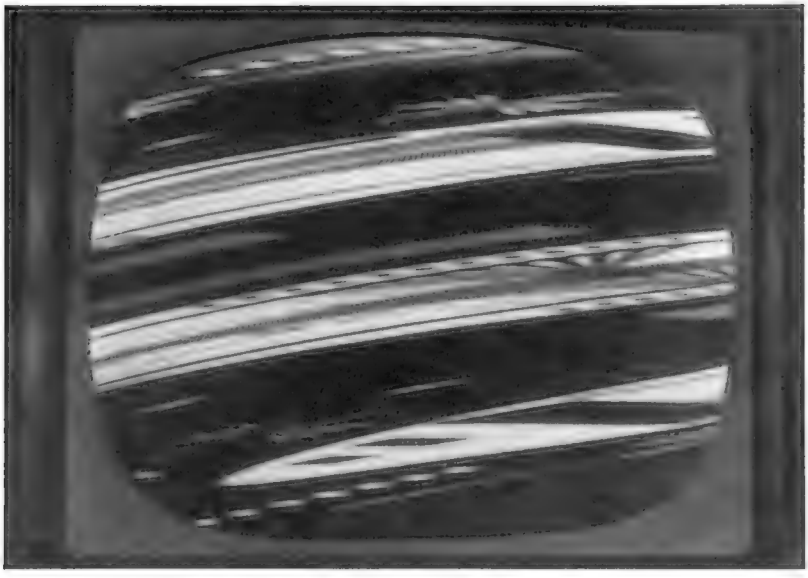


Bild 1.3–25 Horizontale Unstabilität

(15 625 Hz) an. Jeder Streifen bedeutet eine Abweichung von 50 Hz.

Bei Geräten mit automatischer Nachsteuerung oder mit automatischem Zeilenfang ist wegen der Verschiedenartigkeit der Schaltungen die jeweilige Service-Anweisung oder auch Bedienungsanleitung zu beachten.

1.332 Frequenzabgleich des Vertikal-Steuergenerators (Bildsynchronisierung, vertikaler Bildfang)

Zeigt ein Empfänger, der mit einer Bildfangautomatik (Vertikalfrequenz) ausgerüstet ist, keinen stabilen vertikalen Bildstand **(Bild 1.3–26)**, oder tritt der gleiche Fehler bei einem Gerät ohne diese Automatik auf, wobei der dann eventuell vorgesehene Bedienungsknopf etwa in Mittelstellung stehen sollte, so sind meist folgende Justierarbeiten durchzuführen:

a) Falls vorhanden, entsprechenden Bedienungsknopf (Feineinsteller) auf Rechtsanschlag drehen;

b) Senderseitige Synchronisierimpulse durch Ziehen eines Überbrückungssteckers am Integrationsglied abtrennen oder gegen Masse kurzschließen;

c) Vertikal-Steuergenerator mit Serviceeinsteller so korrigieren, daß das Bild im Bildfenster langsam von unten nach oben läuft und der Austastbalken etwa in der Mitte des Bildschirmes zum Stehen kommt;

d) Brücke wieder einsetzen bzw. Kurzschluß aufheben.

Bemerkungen:

zu b): Bei einigen Geräten erfolgt dieser Kurzschluß durch Drücken des Serviceeinstellers.

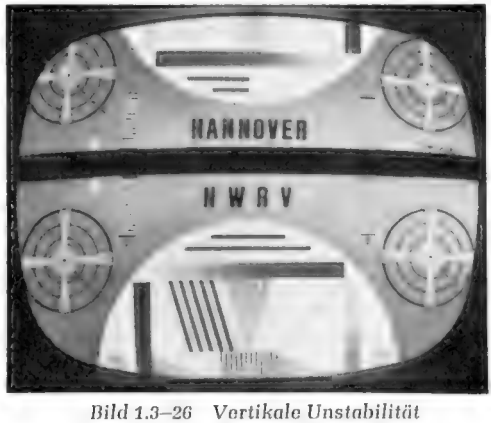


Bild 1.3–26 Vertikale Unstabilität

zu a) und c): Manche Vorschriften besagen, daß der Feineinsteller auf Mitte (oder auf ein Drittel des Weges vom Linksanschlag) zu drehen ist, wobei dann der Serviceeinsteller solange verstellt wird, bis das Bild gut synchronisiert ist.

Wegen der Verschiedenartigkeit der Schaltungen empfiehlt es sich, die jeweilige Service-Anweisung zu beachten.

1.333 Bildhöhe (Bildamplitude)

Fast bei allen neueren Geräten ist die Bildhöhe stabilisiert, so daß hier eine Korrektur nur selten vorgenommen zu werden braucht. Ist die Bildhöhe dennoch zu bemängeln **(Bild 1.3–27** und **1.3–28)**, so läßt sie sich mit dem auf der Rückseite des Empfängers durch Bildhöhe oder Bildamplitude bezeichneten Einsteller verändern. Bei älteren Empfängern befindet sich dieses Serviceorgan neben den Bedienungsknöpfen (evtl. unter einer Abdeckplatte).

Um vorzubeugen, daß bei nicht stabilisierten Vertikal-Endstufen eine z. B. bei Netzunterspannung auftretende Schrumpfung sichtbar wird, justiert man das Gerät so, daß bei normaler Netzspannung das Bild oben und unten je etwa 5 mm größer ist als das durch die Bildmaske freigegebene Feld (siehe auch Abschnitt 1.335).

Die Einstellungen von Bildamplitude und Bildlinearität sind in geringen Grenzen voneinander abhängig.

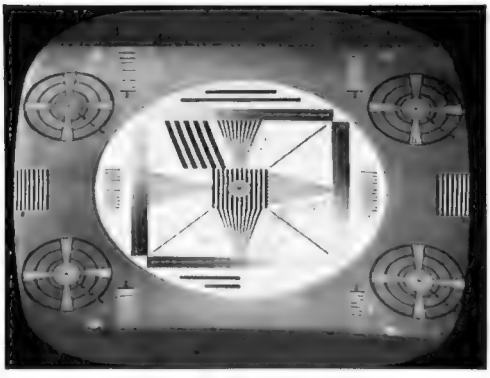


Bild 1.3–27 Bildhöhe zu klein

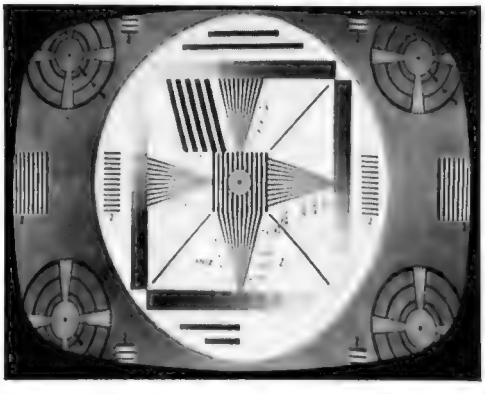


Bild 1.3–28 Bildhöhe zu groß

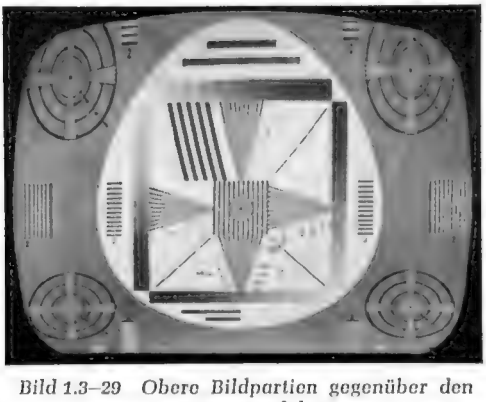


Bild 1.3–29 Obere Bildpartien gegenüber den unteren gedehnt

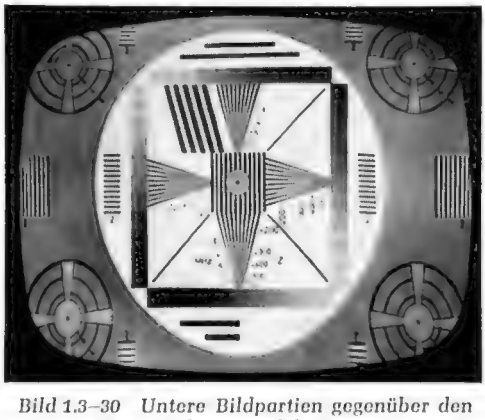


Bild 1.3–30 Untere Bildpartien gegenüber den oberen gedehnt

1.334 Vertikale Linearität (Bildlinearität)

Wenn das Bild ungleichmäßigen Zeilenabstand aufweist, d. h. die oberen Bildpartien erscheinen gegenüber den unteren merklich gedehnt oder gepreßt **(Bild 1.3–29** und **1.3–30)**, so ist das an der Chassisrückseite angeordnete, entsprechend bezeichnete Serviceorgan nachzustellen. Drehung nach der einen Seite bewirkt eine Dehnung im unteren Bildteil, Drehung nach der anderen Seite eine Dehnung im oberen Bildteil.

Sind zwei Einsteller vorhanden, so dient der eine zur Gesamtkorrektur, während der andere (oft mit „Bild- oder Randlinearität oben" bezeichnet) die genaue Fixierung der ersten Zeilen am oberen Rand ermöglicht. Diese sind bei falscher Justierung entweder sehr stark auseinandergezogen oder übereinandergeschrieben. Richtig ist die Einstellung dann, wenn die ersten Zeilen einen etwas größeren Abstand aufweisen als die übrigen.

Beim Justieren muß evtl. die Bildhöhe so weit verringert werden, daß der obere Bildrand gerade noch sichtbar ist. Ein Nachstellen der oberen Linearität wird sich aber nur selten als notwendig erweisen.

Achtung!

Wie bereits im Abschnitt 1.333 gesagt, sind die Einstellungen von Bildamplitude und Bildlinearität in geringen Grenzen voneinander abhängig. Beide Serviceorgane dafür müssen also wechselseitig betätigt werden.

1.335 Bildbreite (Zeilenamplitude)

Bei neueren Geräten ist die Bildbreite fast durchweg stabilisiert, so daß bei Röhrenalterung oder Netzspannungsänderungen normalerweise keine Korrekturen vorgenommen zu werden brauchen. Veränderungen der Bildbreite beruhen hier meist auf einer falschen Einstellung des Arbeitspunktes der Horizontal-Endröhre. Bei zu großer oder zu kleiner Bildbreite **(Bild 1.3–31** und **1.3–32)** ist daher zunächst die Größe der Boosterspannung zu kontrollieren und ggf. auf den Sollwert nachzustellen (siehe Abschnitt 1.337), weil sie zu der Hochspannung und deshalb zu der Bildbreite in einem festen Verhältnis steht.

Ist bei richtig eingestellter Boosterspannung die Bildbreite dennoch anomal oder besitzt der Empfänger keine Korrekturmöglichkeit für die Boosterspannung, so müssen die Horizontal-Ablenkspule und der Rücklaufverlängerungskondensator an eine andere Anzapfung des Zeilentransformators gelegt werden. Dies kann je nach Fabrikat und Empfängertyp durch Umlöten, Umstecken oder Umschalten erfolgen (siehe entsprechende Service-Anweisung).

Achtung!

Nach jeder Neueinstellung der Bildbreite ist die Boosterspannung wieder zu kon-

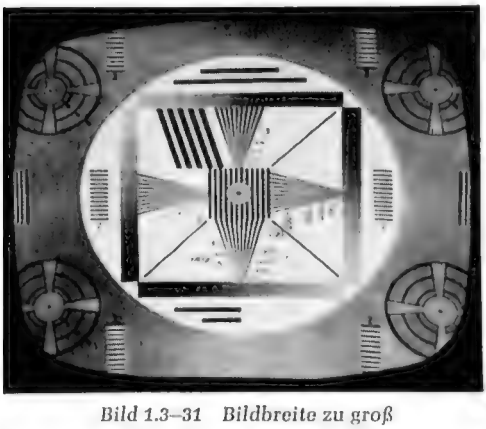


Bild 1.3–31 Bildbreite zu groß

Bild 1.3–32 Bildbreite zu klein

Tabelle 1.3–II. Maße für die Einstellung der Bildbreite

Bildröhren-Diagonale max. cm	Schirmbildbreite min. cm	6 % Überschreibung links mm	6 % Überschreibung rechts mm	9 % Überschreibung links mm	9 % Überschreibung rechts mm
43	36	11	11	16	16
47	38	12	12	17	17
53	48	15	15	22	22
59	49	15	15	22	22
61	54	16	16	25	25
63	50	15	15	22	22
65	53	16	16	25	25
69	62	19	19	28	28

trollieren und, falls erforderlich, auf den Sollwert zu bringen.

Beim Justieren der Bildbreite ist darauf zu achten, daß Bildhöhe und -breite laut Sendernorm im Verhältnis 3:4 stehen. Diesem Seitenverhältnis entsprachen nur die 70°-Röhren, bei den 90°- und 110°-Röhren beträgt es meist 4:5. Um bei diesen dennoch ein unverzerrtes Bild in der Höhe zur Breite zu erhalten (d. h. im Universal-Testbild einen völlig runden Mittelkreis), muß man die Bildbreite um ca. 6 % größer einstellen, als der Maskenausschnitt groß ist. Überschreibt man mit Rücksicht auf Temperatur- und Netzspannungsschwankungen (Unterspannungen) das Bild auch in vertikaler Richtung (ca. 3 %), so muß die Horizontalamplitude des Bildes entsprechend weiter vergrößert werden (9 %). Es sei noch erwähnt, daß einige neuere Bildröhren ein Schirmformat von fast oder genau 3:4 haben.

1.336 Horizontale Linearität (Zeilenlinearität)

Wenn die Bildpartien etwa im ersten Drittel der linken Seite gegenüber den Bildpartien der rechten Seite merklich gedehnt, in selteneren Fällen auch gepreßt erscheinen **(Bild 1.3–33)**, so muß man die Ablenkung in horizontaler Richtung korrigieren. Die Justierung dafür erfolgt an einer meist vom Ablenkstrom durchflossenen Spule, der sogenannten Zeilenlinearitätsspule. Sie liegt in der Nähe des Zeilentransformators (Hochspannungskäfig) und beeinflußt die Form der Stromkurve.

In einigen Fernsehgeräten weist die vorgenannte Spule einen Tauchkern auf, der sich nach Lockern einer Kunststoff-Klemmschrau-

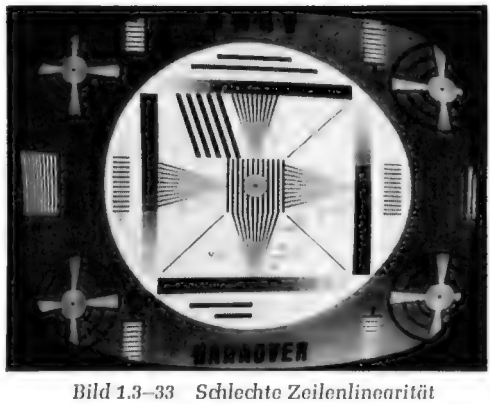


Bild 1.3–33 Schlechte Zeilenlinearität

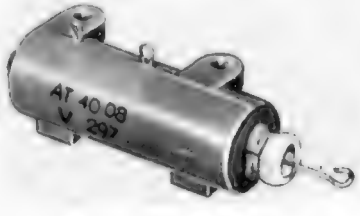


Bild 1.3–34 Einstellelement früherer Bauart für die horizontale Linearität (Valvo AT 4008)

be axial verschieben läßt **(Bild 1.3–34)**, oder es wird an der Spule ein Exzentermagnet verstellt. Bei älteren Geräten verändert man die Lage des Spulenkerns über eine Gewindespindel.

Die Linearität gilt als richtig eingestellt, wenn die Unterschiede sonst gleichmäßiger senkrechter Unterteilungen des Bildes kleiner als ca. 10 % sind. Da Längenmessungen infolge der Wölbung der Bildröhre schwierig und bei Schutzscheiben praktisch undurchführbar sind, muß man sich hier schon auf das Auge verlassen. Man wähle für diese Justierung ein Testbild und betrachte es in angemessener Entfernung, ggf. in einem Spiegel. Mitunter sind Zeilenlinearität und Zeilenlänge wechselseitig mit den Kissenentzerrungsmagneten (siehe Abschnitt 1.324) zu korrigieren.

Bemerkung: Bei einigen Geräten, etwa vom Baujahr 1965 an, erreicht man durch verbesserte Fertigungsmethoden der im Ablenkkreis liegenden Bauelemente (Zeilentransformator und Ablenkspulen) so kleine Toleranzen, daß die Linearitätsspule in ihrer Induktivität nicht mehr veränderbar zu sein braucht.

1.337 Einstellen der Boosterspannung

Eine Boosterspannung, die nicht dem vorgeschriebenen Sollwert entspricht, beeinflußt alle Funktionen, die von ihr direkt oder indirekt abhängen, z. B. die Hochspannung der Bildröhre und die Bildbreitenstabilisierung. Daraus ergibt sich, daß das Einstellorgan für die Boosterspannung nur innerhalb eines zulässigen Variationsbereiches (z. B. ± 6 %) *zum Verändern der Bildbreite benutzt werden darf* (siehe Abschnitt 1.335). Weiterhin arbeitet die Zeilen-Endstufe nur dann mit richtiger Belastung, wenn der Sollwert der Boosterspannung eingehalten wird. Ein vorzeitiger Ausfall der Zeilen-Endröhre ist dadurch vermeidbar.

Die Boosterspannung sollten wir in folgenden Fällen kontrollieren und nötigenfalls an dem hierfür vorgesehenen Potentiometer (Gittervorspannung für die Zeilen-Endröhre) neu einstellen:

a) wenn die Zeilen-Endröhre ausgewechselt wurde,
b) wenn die Bildbreite verändert wurde,
c) wenn die horizontale Linearität nachzustellen war.

Normalerweise messen wir die Boosterspannung bei zurückgedrehtem Helligkeitseinsteller (Strahlstrom = 0 µA), z. B. parallel zum Boosterkondensator, und zwar mit einem hochohmigen Voltmeter (Meßbereich 750/1000 V), bei genau 220 V Netzspannung.

1.338 Bildschärfe (elektrostatische Fokussierung, Focus)

Bei elektrostatisch fokussierten Bildröhren (AW- und A-Typen) hängt die Bildpunktschärfe im wesentlichen von der richtigen Höhe der Fokussierspannung ab. Sie wird entweder kontinuierlich über ein Dreh- bzw. Schiebepotentiometer z. B. an der Platine der Bildröhrenfassung eingestellt oder stufenweise durch Wahl eines bestimmten Abgriffes von einem festen Spannungsteiler.

Wenn die Zeilenstruktur nur in der Bildmitte scharf ist oder das Bild an den Rändern eine größere Zeilenschärfe als in der Mitte aufweist, so müssen wir das Potentiometer vor- oder zurückstellen bzw. einen Abgriff mit größerer oder kleinerer Spannung wählen. Maßgebend für die beste Fokussierung ist nicht die in einem Teil des Bildes erreichbare Schärfe, sondern eine bei normaler Kontrast- und Helligkeits-Einstellung möglichst gleichmäßige Schärfe über den ganzen Bildschirm oder doch wenigstens einer großen Kreisfläche in ihm, wie die des Universal-Testbildes (Verteilungsschärfe).

Bei magnetisch fokussierten Bildröhren (MW-Typen) ist nach Abschnitt 1.325 zu verfahren. Die dort gezeigten Schirmbilder gelten natürlich auch für die statische Fokussierung.

Bei Bildröhren mit Ionenfallen (s. Tabelle im Anhang 7–II) hängt die Punktschärfe noch von Einstellung und Zustand des Ionenfallenmagneten ab. Die Schärfe hiermit zu korrigieren ist aber nur dann zulässig, wenn dadurch keine Verluste an Helligkeit und keine Ausblendungen auftreten (s. Abschnitt 1.321).

1.339 Bildauflösung (Oszillatornachstimmung)

Kann man bei älteren Empfängern, die einen VHF-Kanalwähler besitzen und einen entsprechenden Knopf (bzw. Rändelscheibe) für die kontinuierliche Feinabstimmung, etwa in der Mitte seines Drehbereiches keine optimale Auflösung des Bildes erreichen **(Bild 1.3–35** und **1.3–36)** oder erscheinen die senkrechten Konturen überbetont bzw. plastisch **(Bild 1.3–37** und **1.3–38)**, so befindet sich die Oszillator-Sollfrequenz offensichtlich außerhalb des für die Feinabstimmung vorgesehenen Frequenzbereiches; der Oszillator ist verstimmt.

Um diesen Mangel zu beseitigen, müssen wir den Oszillator nachstimmen. Das ist an sich ebensowenig ein Justiervorgang wie z. B. das Nachstimmen des Horizontal-Steuergenerators bei mangelhafter Zeilensynchronisierung. Wenn dennoch an dieser Stelle darauf eingegangen wird, so geschieht es nur im Zusammenhang mit den Bedienungsfunktionen des Gerätes.

Beim Nachstimmen des Oszillators ist folgendes zu beachten:

Betrifft die Frequenzabweichung alle Kanäle, so läßt sie sich in der Regel durch eine Trimmereinstellung am VHF-Tuner kompensieren. Zuvor wird der Knopf der Feinabstimmung in Mittelstellung gedreht. Bei vorhandener Unschärfe dreht man den Trimmer

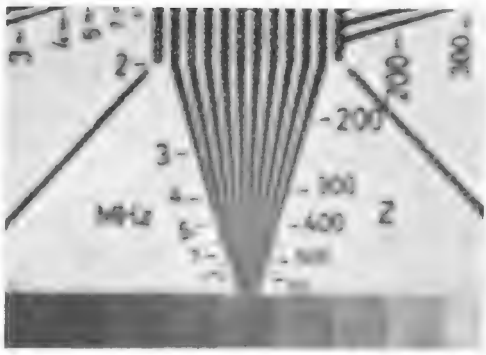


Bild 1.3–35 Gute Bildauflösung (etwa 400 Zeilen)

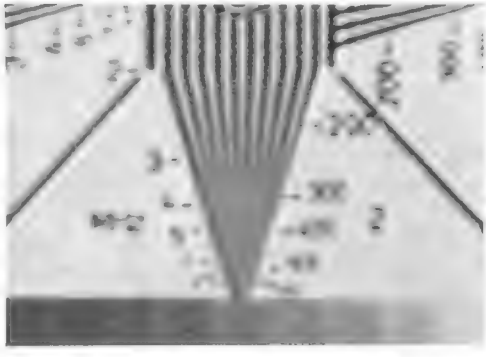


Bild 1.3–36 Schlechte Bildauflösung (etwa 250 Zeilen)

Bild 1.3–37 Senkrechte Konturen überbetont (plastisch) bei einem bewegten Bild

Bild 1.3–38 Senkrechte Konturen überbetont (plastisch) bei einem Testbild

so lang heraus (Kapazitätsverminderung) und bei vorhandener Plastik so weit hinein (Kapazitätsvergrößerung), bis das Bild optimale Schärfe aufweist (≧ 350 Zeilen, siehe Bild 1.3–35).

Ist dagegen nur ein einzelner Kanal verstimmt, so muß die Oszillatorspule auf dem betreffenden Kanalsegment der Spulentrommel nachgestimmt werden. Dies geschieht im Falle der Unschärfe (siehe Schärfekeil des Testbildes) durch Hereindrehen und im Falle der Plastik durch Herausdrehen des jeweiligen Kernes. Man benutzt dazu einen etwa 20 cm langen Isoliertrimmstab, den man sich aus einer angefeilten Kunststoffstricknadel selber herstellen kann. Der Trimmstab wird jetzt durch eine Öffnung unter oder neben dem Kanalwählerknopf gesteckt. Im ersten Falle müßte natürlich zuvor der Knopf abgenommen werden. Befindet sich die Durchbohrung neben dem Knopf, so ist sie durch einen Stopfen in der Gehäusewand verschlossen; wir müssen ihn also entfernen.

Beim Nachstimmen darf man keinen großen Druck auf den Schraubkern ausüben, da er sonst aus der Halterung herausspringen könnte. Sollte der Kern herausgefallen sein, so läßt er sich erst dann in die Halterung einsetzen, wenn das zugehörige Kanalsegment aus der Tunertrommel entfernt worden ist.

Weist der Kanalwähler eine elektronische Feinabstimmung auf, so müssen wir beachten, daß neben der Stellung des Feinabstimmers auch die Regelspannung zu fixieren ist (siehe entsprechende Service-Anleitung).

Weitere Angaben über den Oszillatorabgleich werden im Abschnitt 4.634 gemacht.

1.3310 Abstimmanzeige

Die 1957/58 an vielen Spitzenempfängern eingeführte Abstimmanzeige bedeutet lediglich eine Bedienungshilfe für die Fein-(Scharf-)einstellung auf einen Fernsehsender. Sie trägt die (Werbe-)Bezeichnung Bildpilot, -kompaß, -peiler, -magnet, -dirigent, Visiotest usw.

Allgemein läßt sich sagen, daß sowohl die Bildröhre selbst, als auch eine besondere Abstimmanzeigeröhre (PM 84 – Magisches Band) als Indikator benutzt wird und die Sollwertanzeige dann erfolgen soll, wenn die richtige Lage des Bildträgers auf der Nyquistflanke (50...45 %) erreicht ist.

Über die Justierung solcher Abstimmanzeigen können an dieser Stelle keine näheren Hinweise gebracht werden, da einmal die Verfahren bei den einzelnen Fabrikaten und Geräten sehr voneinander abweichen und zum anderen es sich hier mehr um einen Abgleich handelt. Wir müssen uns daher nach der jeweiligen Service-Anweisung richten.

1.3311 Abstimmautomatik

Die Abstimmautomatik (AFC) hatte einst bei röhrenbestückten Tunern die Aufgabe, den vor allem durch die Röhrenheizung bedingten Frequenzdrift auszugleichen. Mit der Einführung der Transistoren war diese Notwendigkeit nicht mehr gegeben, und die Hersteller gingen deshalb dazu über, von einer solchen Ausstattung Abstand zu nehmen. Wenn sie trotzdem bei dem einen oder anderen Gerät vorhanden ist, dient sie in erster Linie der Bedienungserleichterung.

Für die automatische Oszillatorabstimmung – gleichwohl, ob mit Röhren oder Transistoren bestückt – ist wegen der Anpassung an die verschiedenen Empfangsverhältnisse ein von außen zugänglicher Feineinsteller (Korrekturknopf) vorhanden **(Bild 1.3–39** und **1.3–40).** Mit ihm kann man die Lage des Bildträgers auf der Nyquistflanke verändern, wenn die Einstellung auf den Sollwert 38,9 MHz keine optimale Bildqualität ergibt. Besondere Empfangsverhältnisse liegen z. B. bei Weitempfang vor. Normalerweise wird man hier mit der Handabstimmung den Bildträger nicht auf seinen Sollwert einstellen, sondern auf eine tiefer liegende Frequenz. Damit beeinträchtigt man wohl die Auflösung des Bildes, das störende Rauschen wird aber merklich zurückgehen. Diese vom Sollwert abweichende Einstellung kann nun auch die Automatik herbeiführen,

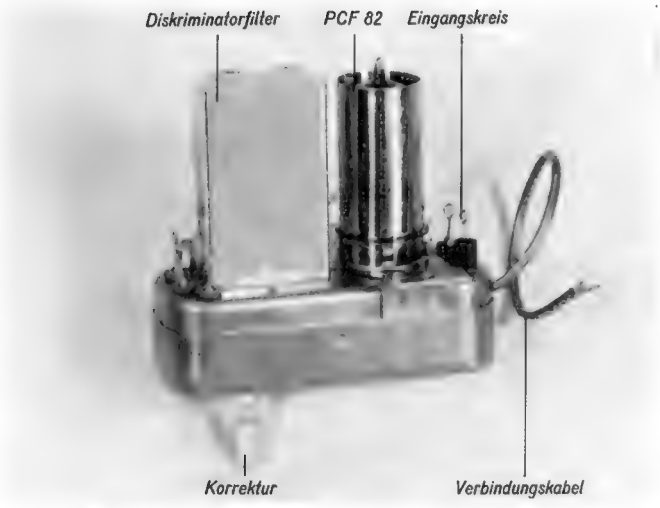
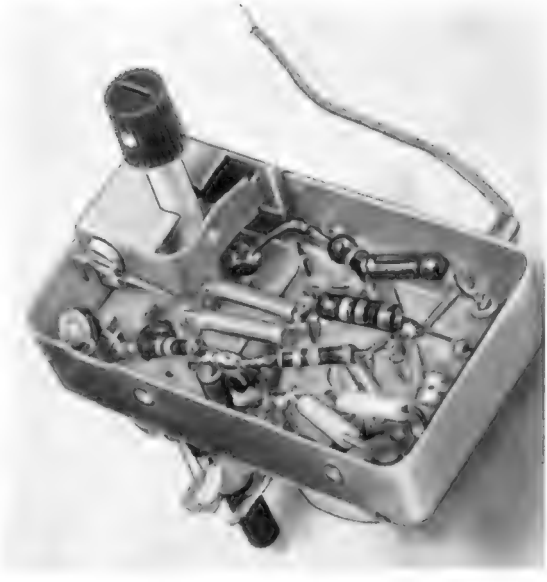


Bild 1.3–39 Feineinsteller einer röhrenbestückten Abstimmautomatik, Telefunken FE 243, Baujahr 1963/64



Rechts: Bild 1.3–40 Baustein mit Feineinstellung (Serviceregler) für die Abstimmautomatik (Grundig, Zauberspiegelserie 1960 bis 1963)

wenn ihre Grundeinstellung entsprechend verändert wird. Normale Abstimmautomatik-Schaltungen gestatten ein Verschieben des Bildträgers auf der Nyquistflanke um ca. ± 500 kHz. Dadurch kann die Automatik sowohl ein unscharfes Bild als auch ein solches mit überbetonten senkrechten Konturen reproduzieren. Der Automatik-Service-Knopf ist also im Prinzip nicht anders einzustellen als die „Handabstimmung" (siehe Abschnitt 1.339). Über den Abgleich einer Abstimmautomatik orientiere man sich möglichst in der jeweiligen Serviceanleitung.

1.3312 Kontrast-Einstellbereich (Ansteuerung der Video-Endröhre)

Diese Justierung – soweit ein oder mehrere Justierorgane (Potentiometer) dafür

vorhanden sind – beeinflußt die Funktion der Synchronisierung. Es wird hiermit ein minimaler Wert für den Kontrast festgelegt, der bei kontrastarmem (flauem) Bild noch eine einwandfreie Synchronisation gewährleistet. Ferner kann man das (zweite) Service-Potentiometer bei dem stärksten zu empfangenden Sender so einstellen, daß die Video-Endstufe gerade noch nicht übersteuert wird.

Für ein exaktes Justieren schreiben einige Hersteller den Gebrauch des Meßsenders vor und nennen dazu die Meßpunkte und -werte, oder sie empfehlen einen Oszillografen, auf dessen Schirm dann zu ersehen ist, ob die Impulsdächer eines Videosignals eben leicht beschnitten werden.

1.3313 Helligkeitsregelbereich

Diese Service-Einstellung wird in zunehmendem Maße bei neueren Geräten vorgesehen. Sie begrenzt bei volleingestellter Helligkeit den darauf ansteigenden Strahlstrom auf ein vertretbares Maß, so daß unnötig hohe Belastungen der Bildröhre vermieden werden. Ein Ändern dieser Einstellung ist nur bei Bildröhrenwechsel erforderlich. Hierzu gibt es die verschiedensten Einstellvorschriften. Deshalb sollte man grundsätzlich nur nach der jeweiligen Service-Unterlage vorgehen. Bei dem einen Fabrikat wird die Einstellung auf den maximalen Strahlstrom von ca. 800 µA bezogen, bei einem anderen Fabrikat ist nur darauf zu achten, daß die Schärfe der Zeilen bei volleingestellter Helligkeit in den schwarzen Partien des Testbildes noch voll erhalten bleibt. Es darf also keine Defokussierung des Strahles eintreten.

1.3314 Regelspannungsverzögerung (Schwellwertregelung)

Mit einer einstellbaren Regelspannungsverzögerung der Hf-Stufe kann man das Fernsehgerät extremen Empfangsverhältnissen anpassen. Durch eine stärkere Regelung (hohe negative Vorspannung an einer Hf-Röhre) erreicht man eine größere Übersteuerungssicherheit bei hohen Feldstärken. Mit einer schwächer eingestellten Regelung wird sich bei Weitempfang das Rauschen verringern.

Normalerweise braucht die Einstellung nicht korrigiert zu werden, denn sie ist vom Werk aus fest auf einen Mittelwert bezogen.

2 Die Werkstatt und ihre Einrichtung

2.1 Der Arbeitsplatz

2.11 Allgemeines

Die moderne Service-Werkstatt hat schon fast den Charakter eines Labors. Die Arbeitsplätze – einst hauptsächlich für mechanische Handhabungen vorgesehen – werden mit der rapiden Weiterentwicklung der Empfangsgeräte, besonders jetzt der Farbfernsehempfänger, in immer stärkerem Maße mit Prüf- und Meßgeräten ausgestattet. Deren Anzahl, Art und Güte ist aber nicht allein für einen wirtschaftlichen Service maßgebend. Es kommt auch darauf an, wie schnell man sich der Meßgeräte im Bedarfsfall bedienen kann und wie übersichtlich und zweckmäßig der Platz gestaltet ist, an dem man die Kundengeräte untersucht, justiert, mißt und repariert.

Ist nur ein einzelner Arbeitsplatz vorgesehen, so muß er universell, d. h. für alle elektrischen und „fein"-mechanischen Arbeiten beschaffen sein. In größeren Werkstätten wird man aus Gründen der Rationalisierung *gesonderte Universalplätze* für Rundfunk-, Fernsehempfänger und Tonband-, Phonogeräte vorsehen. Weiterhin kann man neben *reinen Meßplätzen* zur Vorprüfung und gegebenenfalls zur Fehlerbestimmung verschiedene Plätze für die *Fehlerbeseitigung* einrichten.

2.12 Selbstgebaute Arbeitstische

Obwohl der selbstgebaute Arbeitstisch langsam aus der Mode kommt und fabrikgefertigte Ausführungen im Vordringen sind, sollen hier noch zwei Beispiele für den Selbst- bzw. Umbau gezeigt werden, weil mancher Kleinbetrieb es sich für den Anfang finanziell nicht leisten kann, schon in allem bestens ausgestattet zu sein. Er steckt die Investitionskosten lieber erst in die Meßgeräte, weil diese im Vergleich zum Arbeitstisch nicht ohne weiteres selbstgebaut werden können.

Ein praktischer Arbeitstisch für den Kleinbetrieb hat etwa die Form und Abmessungen wie in **Bild 2.1–1**; eine Norm ist dafür nicht gegeben. Wichtig sind große Festigkeit und eine geräumige Freifläche zum beliebigen Aufstellen des Prüflings und der Meßgeräte. Kästen mit Schüben für Werkzeuge und Kleinteile, links und rechts unter der Tischplatte (links nur bei Bedarf), können mit dem Tisch organisch verbunden sein, aber auch als Einzelstücke darunter stehen **(Bild 2.1–2).** Im letzteren Fall wird man sie etwas drehen, so daß die Schübe vom Sitzenden aus bequemer zu erreichen sind. Der Aufsatz auf der hinteren Tischseite ist „einstöckig" und ggf. in der Mitte abgestützt, wenn schwere Meßgeräte darauf gestellt werden sollen.

Bisweilen wird für einen einzelnen Arbeitsplatz ein Büroschreibtisch verwendet. Ist er genügend stabil (evtl. nachträglich verstärkt) und frei von allem Schmuckwerk, so kann er durchaus seinen Zweck erfüllen.

Auf die Tischfläche kleben wir einen kratz-, hitze- und säurefesten Belag (z. B. Resopal oder Formica), der durch einen Kunststoffkeder oder durch eine Holzleiste ringsum eingefaßt wird. Auf dem hinteren Teil der Fläche wird, ähnlich dem erstbeschriebenen

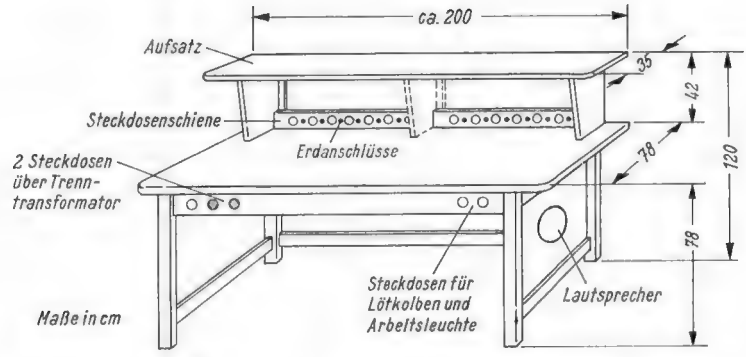


Bild 2.1–1 Zweckmäßiger Arbeitstisch für die Servicewerkstatt. Maße in cm

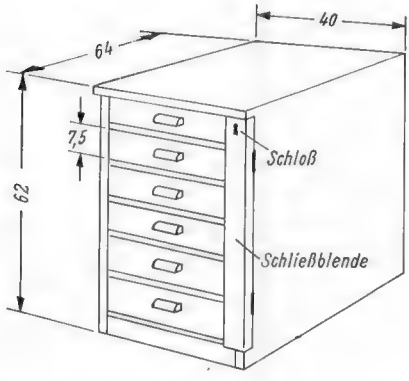


Bild 2.1–2 Schrank für Werkzeuge und Kleinteile, passend zum Arbeitstisch Bild 2.1–1. Maße in cm

Arbeitstisch, ein regalartiger Aufbau errichtet. **Bild 2.1–3** diene als Richtschnur für Form und Maße. Eine individuelle Gestaltung bleibt dem Einzelnen überlassen, doch sei davon abgeraten, den Aufsatz mit großen Schalttafeln zu blockieren. Auf dem Regal sollen vor allem die täglich gebrauchten Meßgeräte Platz finden, so daß man sie im Bedarfsfall schnell zur Hand hat und in Griffnähe auf die Tischfläche stellen kann. Den Oszillografen mit seiner verhältnismäßig großen Bautiefe beläßt man am besten auf dem Tisch.

In diesem Zusammenhang sei noch die Frage gestellt, ob auch das zu behandelnde Fernsehgerät (Tischausführung oder Chassis) auf den Tisch zu stellen ist. Viele praktische Erfahrungen sprechen dafür, solche großvolumigen Objekte auf einem rollbaren Tisch unterzubringen (siehe unter 2.13), der dann zugleich als Transportmittel innerhalb und gegebenenfalls auch außerhalb der Werkstatt

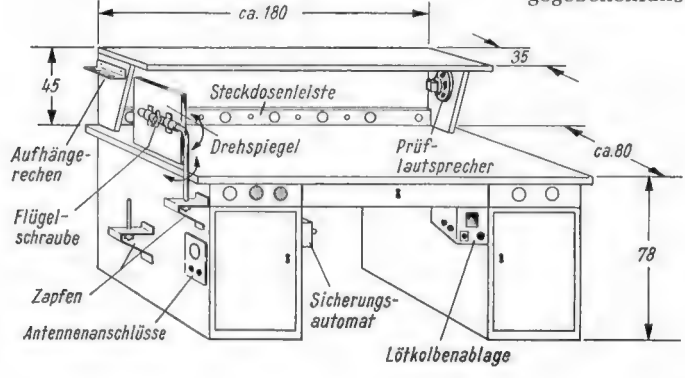


Bild 2.1–3 Umgebauter Schreibtisch als Arbeitstisch Maße in cm

(von und bis zum Ladentisch, Hauseingang oder Lieferwagen) dient. Bei diesem ökonomischen Verfahren, das Arbeitskraft und Zeit erspart, bleibt dann der eigentliche Arbeitstisch für Stromversorgungseinrichtungen, Meßgeräte, Werkzeuge, Bauteile- und -Gruppen sowie Service-Unterlagen frei. Vor allem werden der Zugang und die Sicht zu den Meßgeräten nicht versperrt. Außerdem können schnell und ohne Umstände Lageveränderungen durchgeführt werden, z. B. bei Geometrieeinstellungen, wenn es gilt, den Bildschirm des Empfängers in geeigneter Weise zum Justierspiegel zu plazieren. Bei den Farbfernsehgeräten mit Gewichten um 50 kg und den entsprechenden Abmessungen (besonders bei herausgeschwenkten Chassisgruppen) ist der Werkstatt-Servicewagen eigentlich unentbehrlich. Nur kleinere Geräte, wie Transistor-Rundfunkempfänger und Tonbandgeräte, sollten noch zur Untersuchung und Reparatur auf den Arbeitstisch kommen.

Der Spiegel als wichtiges Requisit zum bequemen Betrachten des Schirmbildes beim Justieren, namentlich von Einstellelementen an der Rück- und Unterseite des Chassis, soll etwa 40 x 40 (50) cm groß sein. Man befestigt ihn an einer Hartfaser- oder Sperrholzplatte (8 mm), die ihrerseits über zwei Schraubbolzen schwenkbar in einem Holzgestell gelagert wird. Man kann je nach Zweckmäßigkeit ein Tisch- oder Standmodell bauen und letzteres mit Schwenkrollen versehen. Eine gute raumsparende Lösung der Frage des Standortes ist das Anbringen des Spiegels an der linken Tischseite, beispielsweise an einem gekröpften Rohr, das über einen

Bild 2.1–4 Aufhängerechen (lackiertes Blech)

Zapfen nach Bild 2.1–3 gestülpt wird. Stehen zwei Arbeitstische nebeneinander, so kann auch der benachbarte Servicetechniker den Spiegel benutzen, ohne dessen Standort verändern zu müssen. Eine zweite, an der linken Tischseite etwas tiefer liegende Haltevorrichtung ermöglicht, den Spiegel bei Nichtgebrauch in eine geschützte Lage zu bringen (Spiegelseite liegt dann planparallel mit der Schreibtischwand).

Fabrikgefertigte kipp- und drehbare Service-Spiegel liefern u. a. Alfelder Ladenbau, Bernstein und Philips.

Als Untersatz für den Prüfling verwenden viele Servicewerkstätten eine Vollgummi-Gittermatte, wie im Abschnitt 2.23 beschrieben. Über Behältnisse zum Aufbewahren von Kleinteilen und Bauelementen siehe Abschnitt 2.22.

Meß- und Verbindungsleitungen hängt man an einem Rechen nach **Bild 2.1–4** auf, der zweckmäßig an einer Außenseite des Regals befestigt wird.

Von großer praktischer Bedeutung ist die *elektrische Installation* des Arbeitstisches. Wie aus den Bildern 2.1–1 und 2.1–3 hervorgeht, befindet sich an einer Leiste, die an der hinteren Tischkante bzw. an der Rückwand des Regales befestigt ist **(Bild 2.1–5)**, eine Reihe von Schuko-Steckdosen (Einbauform); wir wollen hier etwa sechs Stück vorsehen. Auch an der Tischfront sollte man einige

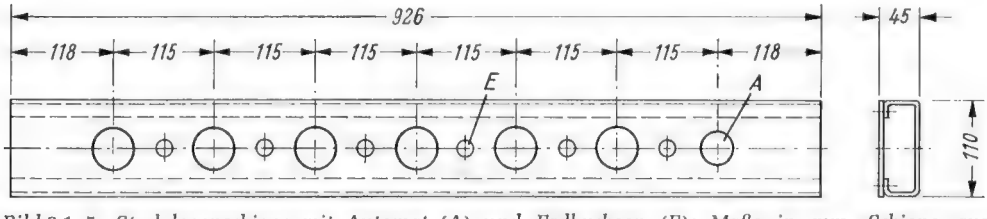


Bild 2.1–5 Steckdosenschiene mit Automat (A) und Erdbuchsen (E); Maße in mm. Schiene aus Schwarzblech II 1,00 DIN, Rückwand aus Schwarzblech II 0,75 DIN, beides mit Hammerschlaglack lackiert

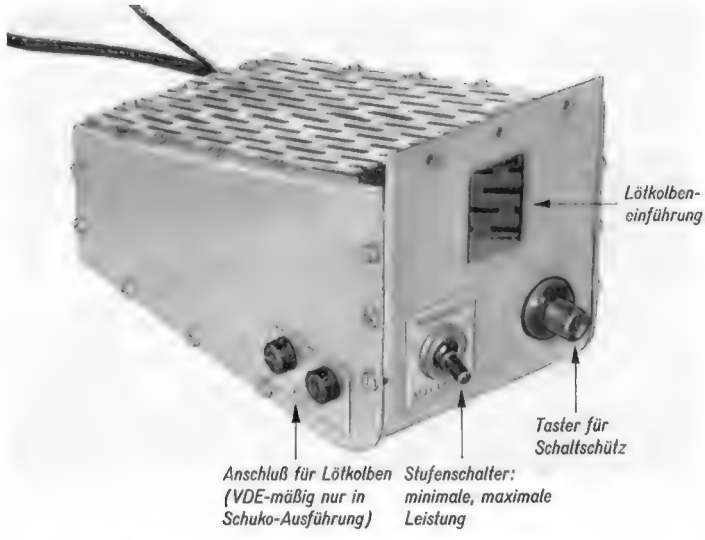


Bild 2.1–6 Lötkolbenablage für Untertischmontage

Steckdosen montieren; zwei Stück an der rechten Seite, für den Anschluß des Lötkolbens und (gegebenenfalls) einer Arbeitsleuchte; drei Stück an der linken Seite, davon eine gleichfalls für die Arbeitsleuchte und zwei – besonders gekennzeichnet – für den Anschluß von Prüfobjekten. Diese letztgenannten Dosen ohne Schuko-Anschluß sind mit einem Regel-Trenntransformator verbunden, über dessen Zweck und Ausführung im Abschnitt 2.26 berichtet wird.

Der Regel-Trenntransformator (gegebenenfalls Einbaumodell) findet seinen Platz an der linken oder rechten Innenseite des Regals; er kann auch linksseitig im unteren offenen Mittelteil des Arbeitstisches untergebracht werden.

Rechts von dem Sitzenden (evtl. an der Innenseite des Tischschrankes) sieht man die Ablage für den Lötkolben vor. Sie besteht aus einer Hülse, angefertigt aus perforiertem Blech, die an ihrem hinteren Ende mit einem keramischen Becher (evtl. henkellosem Tassenkopf) zur Auflage der Kolbenspitze abgeschlossen wird. Zum Schutz der Knie des Sitzenden kann man dann noch ein Brettchen anbringen, das auf der nach der Hülse zugewandten Seite mit einem Asbestbelag versehen wird. Verbleibt der Kolben auf dem Tisch, etwa durch Aufstützung auf einem an ihm angebrachten Bügel oder einer besonderen Gabel, so ist Vorsicht geboten; hier kann leicht unversehens Handberührung erfolgen oder eine Meßleitung anschmoren. Um den Betriebszustand des Lötkolbens dauernd unter Kontrolle zu haben, empfiehlt sich ein abschaltbarer Steckdosenanschluß mit Überwachung durch Signallämpchen. Vervollkommnet wird die Einrichtung, indem man die Ablage des Lötkolbens mit einem Schalter kombiniert, der den Kolben während der Ruhezeit über einen Widerstand mit dem Netz verbindet, wodurch ein unnötiges Verzundern der Lötkolbenspitze vermieden wird. Ein Foto einer Lötkolbenablage, geeignet für die Montage unterhalb der Tischfläche, zeigt **Bild 2.1–6.**

Auf einer kleinen Tafel am Regal baut man ein Voltmeter zur Kontrolle der dem Regel-Trenntransformator entnommenen Spannung und zweckmäßig auch ein Amperemeter – noch besser ein Wattmeter – für den Stromkreis des Prüflings ein.

Erdungsklemmen sollten verdeckt, z. B. hinter der Steckdosenleiste an der hinteren Tischkante, angebracht werden. Zugängliche

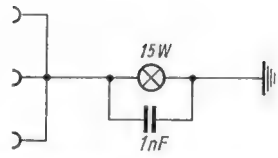


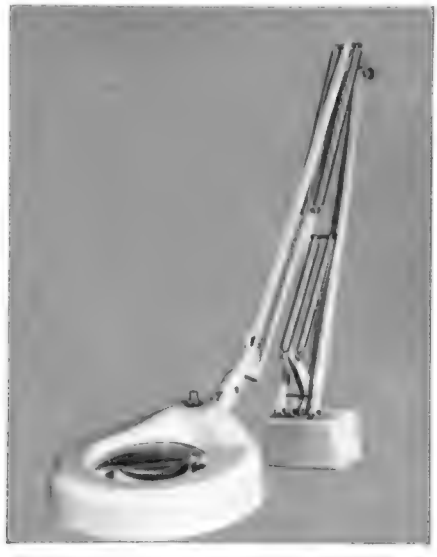
Bild 2.1–7 Kurzschlußsichere Erdverbindung

Erdungsschienen und blanke Leitungen entsprechen nicht den Vorschriften. Das gilt auch für metallene Rohrleitungen, Heizkörper und manchen Lampenschirm. Um Kurzschlüsse bei Verwendung einer Erdleitung zu vermeiden, kann man in die Erdleitung eine 15-W-Glühlampe schalten, die durch einen Kondensator von 1 nF überbrückt wird **(Bild 2.1–7)**. Kommt nun am Arbeitsplatz versehentlich die Erdleitung mit dem gegenpoligen Netzleiter in Berührung, so leuchtet die Lampe auf.

Für die Arbeitsplatzbeleuchtung wählen wir eine allseitig schwenkbare Gelenkleuchte, wie etwa das Modell L 1 S-A von der Firma Luxo-Leuchten Vertriebs-GmbH, Hildesheim. Vorgenannte Leuchte **(Bild 2.1–8a)** besitzt 2 ausbalancierte Federgelenkarme und kann auf verschiedene Weise befestigt werden, z. B. über Schraubzwinge oder Aufschraub-Konsole am Werktisch (Aufsatzregal) oder

a

b



c

Bild 2.1–8 Leuchten für Servicetische

a) allseitig schwenkbare Arbeitsplatzleuchte mit Schraubzwinge, Modell L 1 S–A (Luxo)

b) Lupenleuchte mit ringförmiger Leuchtstofflampe (13-cm-Lupe mit 3,5 oder 5 Dioptrien, Zusatzlupen 7 oder 11 Dioptrien), Modell LFM 1 (Luxo)

c) Lupenleuchte mit Kaltlicht-Röhre (4 W) und Glühlampe 25 W), Lieferant: Telo

über ein Stützlager an der Wand. Der Drehbereich beträgt 360° bei einer Ausladung von 105 cm, der Reflektor hat einen Durchmesser von 20 cm.

Für feine Arbeiten, z. B. an Mikrobausteinen, für die Ermittlung von Haarrissen an Leiterplatten, für die Entzifferung von Werte-Angaben auf Bauelementen und die Betrachtung von Farbbildschirmen ist eine Lupenleuchte zweckmäßig. Ein Modell mit runder Leuchtstofflampe (keine Wärmeentwicklung, hohe Lichtausbeute, Blickfeld für beide Augen), gleichfalls von der Firma Luxo-Leuchten hergestellt, zeigt **Bild 2.1–8b.** Eine Lupenleuchte mit Kaltlicht-Röhre (4 W) und Glühlampe (25 W), einzeln oder zusammen einschaltbar, erhältlich von der Telo-GmbH & Co. KG, ist in **Bild 2.1–8c** wiedergegeben.

Praktisch sind ferner kleine klemmbare Leselampen, zumal sie sich auch für Arbeiten an Standgeräten und Truhen bewähren.

Gut bewährt hat sich die Philips-Leuchtbrille. Zwei Lämpchen (2,2 V/0,18 A) mit Reflektor flankieren eine Art Brillengestell, das auch Brillenträger benutzen können. Das Licht fällt dann jeweils dorthin, wo es gebraucht wird. Ein 90 cm langes Kabel verbindet die Brille mit einem Batteriekästchen, das zwei Batterien 1,5 V enthält.

Die Allgemeinbeleuchtung der Werkstatt muß reichlich und blendungsfrei sein (Leuchtstofflampen) und sollte sich im Bedarfsfall, z. B. zum Feststellen von Sprüherscheinungen im Hochspannungsteil des Fernsehgerätes, am Arbeitsplatz ein- und ausschalten lassen. Gegebenenfalls müßte man sich für solche Arbeiten eine „dunkle Ecke" schaffen.

Sehr wichtig für die persönliche Sicherheit des Servicetechnikers ist eine *Notausschaltung.* Hierfür kommt in größeren Werkstätten (Laborräumen) ein Schaltschütz für die gesamte Starkstromanlage des Arbeitsraumes (außer dem getrennt verlaufenden Stromkreis für die Deckenleuchten) in Frage, das an einer bestimmten Stelle, beispielsweise an der Eingangstür, ein- und ausgeschaltet und an jedem Arbeitstisch „ausgetastet" werden kann. Diese Austaster müssen leicht zugänglich und besonders gekennzeichnet sein; sie werden manchmal an der rechten Außenseite des Regales befestigt. Tritt jetzt eine Gefahr für den Servicetechniker auf (Körperberührung mit stromführenden Teilen), so kann eine zweite Person – gegebenenfalls von ihrem eigenen Arbeitsplatz aus – die Gesamtanlage stromlos machen. Um unabhängig von der Hilfeleistung anderer Personen zu sein (der Betroffene wird unter Umständen gar nicht bemerkt), liegt es nahe, den Austaster an der Innenseite des linken oder rechten Tischschrankes anzubringen, so daß der Sitzende den Taster notfalls durch eine Kniebewegung betätigen kann.

Für kleinere Werkstätten und den Ein-Mann-Betrieb benutzt man den Sicherungsautomaten als Notausschalter. Er sollte – evtl. mit einem Auslöschebel versehen – gleichfalls in Kniehöhe unter dem Tisch angeordnet sein.

Grundsätzlich müssen die Schutzmaßnahmen in einer Service-Werkstatt den VDE-Vorschriften für elektrische Prüffelder entsprechen. Hier sei aus guter Erfahrung heraus noch auf zwei Punkte hingewiesen:

1. Die Netzsteckdosen (Schuko-Ausführung) für den Anschluß des Lötkolbens und der Meß- und Reparaturgeräte sollen an gleicher Phase liegen.

2. Der Fußboden vor dem Arbeitsplatz habe eine gute Standortisolation.

Einen Prüflautsprecher kann man nach Bild 2.1–1 an der Schallwand anbringen, die an der rechten unteren Tischseite befestigt wird, oder nach Bild 2.1–3 an der Stirnseite einer Konsole montieren. Ein Schaltbrettchen für den wahlweisen nieder- oder hochohmigen Anschluß soll in Griffnähe erreichbar sein. Bei pultförmigen Tischaufsätzen ist bzw. wird der Lautsprecher meist eingebaut, oft je ein System am linken und am rechten Ende, damit man auch Stereogeräte überprüfen kann.

Wer den Prüflautsprecher und die starkstromtechnische Ausstattung des Arbeitstisches in Verbindung mit einem Meßfeld

Bild 2.1–9 Pultförmiges Prüf- und Stromversorgungsgerät für den Arbeitstisch (Farb-Service-Meister von Philips)

und einem 1,8-kVA-Isoliertransformator[1] räumlich vereint haben will, sei auf das Prüf- und Stromversorgungsgerät *Farb-Service-Meister* von Philips hingewiesen. **Bild 2.1–9** zeigt dieses Modell. Es nimmt mit seiner annähernd dreieckigen Grundfläche einen verhältnismäßig kleinen Platz ein und kann wegen seiner symmetrischen Bauform rechts oder auch links auf den Arbeitstisch gestellt und oberseitig mit einer Arbeitsleuchte versehen werden. Die Schaltung geht aus **Bild 2.1–10** hervor. Der Isoliertransformator garantiert trotz der bei Farbfernsehgeräten stark impulsförmigen Netzstromaufnahme eine unverzerrte Ausgangsspannung, die mit einem Schalter auf 200, 220 oder 240 V umstellbar ist. Die maximale Stromentnahme aus dem Prüfstromkreis beträgt 6 A. Ein Voltmeter (0...250 V), ein Amperemeter (0...1/...5 A) und ein Wattmeter (0...600 W) liegen über eine Steckdose im Sekundär-Stromkreis des Isoliertransformators und können bei Anschluß eines Reparaturgerätes vom Servicetechniker parallaxenfrei abgelesen werden. An zwei Gruppen von je drei Schukodosen kann man die direkte Netzspannung abnehmen. Zwei Sicherungsautomaten (6 A) für den Primär- und den Sekundär-Kreis übernehmen den Überlastungsschutz des Gerätes. Der Prüflautsprecher hat Anschlüsse für 5 Ω und 800 Ω. Zwei Buchsengruppen mit erdpotentialfreier Spannung von 6, 12 und 24 V erlauben den Anschluß von Niederspannungs-Lötkolben. Diese Ausstattung kann noch durch einen Transistor-Speiseeinsatz vervollständigt werden, der eine stabilisierte, kontinuierlich regelbare Ausgangsgleichspannung von 5,5...16,5 V bei einer maximal zulässigen Belastung von 1,2 A liefert. Die Abmessungen des Gerätes BxHxT in cm = 55 x 45 x 40; es wiegt ca. 50 kg und braucht deshalb auf dem Arbeitstisch nicht besonders verankert zu werden.

Recht platzsparende Eckaufbauten mit Stromversorgungseinrichtung liefert ferner die Firma Hermann Rapp, Blaufelden, und zwar in verschiedenen Ausführungen. Das Modell FR 70 W/ST 25 (**Bild 2.1–11**) enthält einen Hauptschalter, eine Netzkontrolleuchte, eine Hauptsicherung, zwei Schukosteckdosen und eine Antennensteckdose.

Über einen Trenntransformator (700 VA) und einen Regeltransformator kann man eine stufenlos einstellbare Wechselspannung 0 . . . 250 V entnehmen. Wegen der er-

[1]) Ein Isoliertransformator entspricht in seiner Bauart und in seiner elektrischen Sicherheit einem Trenntransformator, er hat jedoch mehrere Anzapfungen (VDE 0550).

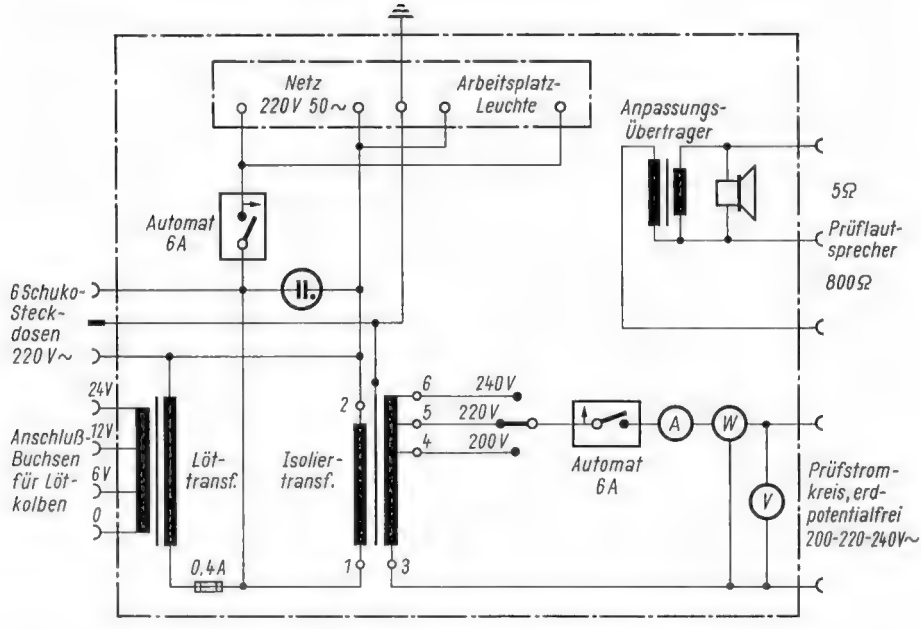


Bild 2.1–10 Prinzipschaltung des Farb-Service-Meisters von Philips

Bild 2.1–11 Eckaufbau für Stromversorgung mit Prüf- und Kontrolleinrichtungen, Modell FR 70 W/ST 25, aufgestellt auf einem Hera-Werktisch mit 120 cm Breite (Hermann Rapp, Blaufelden)

forderlichen exakten Messungen an Farbfernsehgeräten wurde ein Meßinstrument in Drehspulausführung mit Linearskala verwendet. Ebenso wird die Leistungsaufnahme von einem elektrodynamischen Wattmeter 0 ... 350 W, umschaltbar auf 0 ... 700 W, gemessen.

Eine für viele Meßarbeiten benötigte Gleichspannungsquelle bietet das eingebaute transistorstabilisierte Netzgerät, stufenlos einstellbar 0 ... 25 V bei einer Strombegrenzung von 0,01 ... 1 A (auf Wunsch 0 ... 30 V, 0 ... 2 oder 0 ... 3 A). Der Eckaufbau, der vorteilhafterweise auf einem hera-Arbeitstisch mit 120 cm Breite aufgestellt werden sollte, bietet besonders in kleineren Werkstätten seinen Dienst an. Das zu prüfende Gerät stellt man in diesem Fall auf einen Werkstattwagen.

2.13 Fabrikgefertigte Arbeitstische

Der Gedanke, für den Rundfunk- und dann speziell für den Fernseh-Service besonders zugeschnittene Arbeitstische zu entwerfen, herzustellen und zu vertreiben, ging etwa 1963 von einigen Geräteherstellern aus, so z. B. von Saba und Telefunken. Sie bauten ihre Tische nach den Erfahrungen und Erkenntnissen, die sie aus der eigenen Service-Arbeit gewinnen konnten. Später befaßten sich mit dem Bau und Vertrieb außer Philips auch Firmen, die nicht zur Rundfunkbranche gehören; einige von ihnen – die bekanntesten – sollen hier (in abc-Folge) mit ihren Erzeugnissen zitiert werden.

Alfelder Ladenbau

Diese Firma liefert unter der Bezeichnung *Praktikus-Service-Einrichtung* einen Arbeitstisch mit einem Fußgestell aus Vierkantstahl und einer Tischplatte 173 cm x 78 cm aus hitzebeständigem Spezialkunststoff **(Bild 2.1–12)**. Man kann den Tisch mit linksseitigen oder beidseitigen Schubfächern erwerben. Oberhalb der Schubfächer ist eine herausziehbare Arbeitsablageplatte angebracht.

Bild 2.1–12 Praktikus-Service-Einrichtung, bestehend aus Arbeitstisch mit Prüfaufsatz, Gittermatte, Servicespiegel und schwenkbarer Arbeitsleuchte sowie einem Geräte-Meßwagen (Alfelder Ladenbau)

Bild 2.1–13 Kombinierbarer Arbeitstisch mit Prüfaufsatz, sowie einem dreh- und schwenkbarem Servicespiegel

Passend zum Tisch (siehe rechts im Bild) steht ein Meßwagen zur Verfügung. Er weist eine nach hinten geneigte Abstellfläche von 78 cm x 43 cm auf, enthält zwei große Schubkästen für das Meßgerätezubehör und ein großes Ablagefach für Serviceunterlagen. An der Rückseite des Tisches sind Doppelsteckdosen für die Stromversorgung der Geräte angebracht.

Den Arbeitstisch kann man mit einem Prüfaufsatz versehen (gleichfalls aus dem Bild ersichtlich). Er ist durch rechtsseitigen konischen Zulauf raumsparend gestaltet und ermöglicht das Daraufstellen weiterer Meßgeräte. Die Bestückung umfaßt einen Prüflautsprecher mit hoch- und niederohmigem Anschluß; eine Antennensteckdose für I. u. II. Programm, LMKU; eine Netzsteckdose; einen Grundig-Regel-Trenntransformator mit Steckdose, regelbar von 0 . . . 250 V; ein Wattmeter, Güteklasse I, Meßbereich 0 . . . 300 W, mit Steckdose; einen Sicherungsautomaten 6 A mit Kontrollampe (gleichzeitig Gesamtschalter); einen herausziehbaren Aschenbecher (!) oder eine Abfallablage; eine seitlich einfallende Lötkolbenablage mit Steckdose und an der Rückwand drei Steckdosen 220 V für Zusatzmeßgeräte und eine Antennensteckdose.

Weitere einzeln zu erwerbende Bestandteile der Praktikus-Service-Einrichtung sind Reparaturspiegel, Arbeitsleuchte Luxo 1001, Gittermatte und Werkstattstuhl mit kugelgelagerten Kunststoffrollen.

Enßlin, Aalen/Württ.

In **Bild 2.1–13** ist ein Arbeitstisch dargestellt, der in verschiedenen Längen von 120 bis 220 cm geliefert wird und nach dem Bausteinprinzip je nach Bedarf mit verschiedenen Schubkastenblöcken und Aufsätzen versehen werden kann.

Bei den ersteren hat man die Wahl zwischen einem Block mit niedrigem oder hohem Schubkasten (A oder B), einer Kombination beider Kästen (A + B), einem Block (C) mit Hängerahmen für Pendeltaschen oder einer Kombination A, B + C, wie aus dem Bild links ersichtlich. Zur Vergrößerung der Arbeits- und Ablagefläche können zwei Ablageschieber angebracht und ein Werkstattwagen mit kugelgelagerten und feststellbaren Gummilenkrollen zugeordnet werden. Den Meß- und Prüfaufsatz gibt es in Über-Eck- oder in Tafelform längs der hinteren Tischkante. Der im Bild erkennbare Aufsatz enthält Sicherungsautomaten, Wippschalter 10 A, Kontrolleuchte, Netzkabel mit Schukostecker und zwei Schukosteckdosen. Dem eingebauten Trenntransformator, 700 W belastbar, kann man eine erdpotentialfreie Festspannung entnehmen. Der zusätzlich vorhandene Regeltransformator bietet bei 700 mA Belastungsfähigkeit Spannungen zwi-

Bild 2.1–14 Arbeitstisch mit einfahrbarem Reperaturwagen, platzsparendem Prüfaufsatz mit Leuchte und Spiegel sowie einem leicht unterzubringenden Meßwagen (K. Knecht KG)

schen 0 und 250 V an. Zu ihm gehören Einschalter, Kontrolleuchte, Sicherungsautomat und eine Steckdose.

An Instrumenten sind vorhanden ein Voltmeter 0 . . . 250 V und ein Amperemeter, umschaltbar mit Überlastskala, Bereiche 0 . . .1,5 und 0 . . . 3 A. Diese Ausstattung kann um ein elektrodynamisches Wattmeter (0 . . . 300, 0 . . . 600 W) sowie um ein stabilisiertes, mit Transistoren bestücktes Netzteil für Spannungen von 0,5 . . . 12 V erweitert werden. Ferner lassen sich ein 3-W-Lautsprecher mit hoch- und niederohmigem Ausgang sowie Antennensteckdosen einbauen. Der Meß- und Prüfaufsatz trägt oben eine drehbare Instrumentenplatte, hier mit Farbgenerator versehen. Ein dreh- und schwenkbarer Servicespiegel ist rechtsseitig am Tisch angebracht. Lieferbar ist auch ein bequemer Arbeitsstuhl.

K. Knecht KG, Reutlingen

Einen Arbeitstisch besonderer Bauart zeigt **Bild 2.1–14**; seine auf einem Stahlrohrrahmen ruhende Tischplatte mit den Abmessungen von 185 cm x 85 cm hat im Mittelteil einen Ausschnitt zur Aufnahme und Arretierung eines Reparaturwagens. Somit können reparaturbedürftige Geräte bequem herangefahren und nach erledigter Arbeit an andere Stellen der Werkstatt, des Lagers, gegebenenfalls bei Arbeitsteilung auch an einen weiteren, gleichen Arbeitstisch geleitet werden. Der Wagen hat eine Tischfläche von 65 cm x 65 cm und läuft auf vier kugelgelagerten Gummirollen. Praktisch an ihm sind eine Plastikbox für ausgebaute Teile und eine Wanne zur Ablage der Rückwand. Ein zweiter Wagen mit ausklappbarem Schaltbildträger dient als fahrbarer Untersatz für

Bild 2.1–15 Arbeitstisch mit Einschubwagen, Meßgeräteaufsatz und Drehspiegel (Nord-Apparatebau- und Vertriebsgesellschaft mbH., Hamburg)

Meßgeräte, z. B. einen Oszillografen und einen Wobbelsender; diese Geräte sind in Schräglage leicht zu übersehen und zu bedienen. Für die Zeit, in der man sie nicht benötigt, läßt sich der Wagen über eine seitliche Rollenführung unter den linken Teil des Tisches schieben. In größeren Werkstätten sieht man einen solchen Meßwagen meist für je drei Reparaturtische vor. An Reparaturwagen sollte man nicht sparen, sondern mehr anschaffen, als Tische vorhanden sind.

Der rechte Teil des Tisches weist einen Satz von vier Schubfächern auf. Sie sind aus Stahl gefertigt und zentral verschließbar, haben eine Kugellagerführung und insgesamt 261 Fächer, in denen sich Werkzeug und – nach Norm geordnet – Widerstände, Kondensatoren und (76) Röhren befinden.

Der Prüf- und Meßaufsatz links auf der Tischplatte (22 cm hoch, 80 cm lang) enthält einen Regel-Trenntransformator von 400 bzw. 700 Watt, dessen Ausgangsspannung in 16 Stufen von 150 . . . 250 V einzustellen und an einem Voltmeter ablesbar ist. Im Sekundärkreis liegen noch ein Wattmeter, Meßbereich 600 W, und eine normale Steckdose. Zwei Schukodosen und eine normale Steckdose haben Netzverbindung; eine weitere Schukodose dient dem Anschluß an den Meßgerätewagen. Ein Sicherungsautomat für die gesamte Stromversorgung ist selbstverständlich vorhanden, und einen Prüflautsprecher 3 W, 5–800–7000 Ω, sowie Antennenbuchsen für die Bereiche I . . . IV findet man gleichfalls vor. Im Aufsatz sind überdies ein schwenkbarer Spiegel (30 cm x 40 cm) und die Arbeitsplatzleuchte befestigt. Ein einbaufähiges Niederspannungsgerät für 0 . . . 15 V Gleichspannung ergänzt die elektrische Ausstattung. Es sei noch bemerkt, daß auch ein Stahlrohr-Fix-Rollstuhl mit verstellbarer Rückenlehne zum Lieferprogramm gehört. Man kann alle Teile einzeln beziehen und eine Grundausstattung (Tischplatte, Untergestell und Reparaturwagen) nach Bedarf und Vermögen zügig erweitern.

Bild 2.1–16 Servicetisch mit neuartigem Geräteaufsatz in Einschubtechnik für individuelle Bestückung. Die Einschübe sind auch im Außendienst verwendbar (H. Rapp, Blaufelden)

Nord-Apparatebau- und Vertriebsgesellschaft mbH, Hamburg

Diese Firma liefert schon seit Jahren einen Servicetisch in Stahlrohrausführung mit Einschubwagen **(Bild 2.1–15)**; er wurde in der Grundkonzeption von der Kundendienstabteilung der Saba-Werke, Villingen, entwikkelt.

Die Füße des Tisches haben verstellbare Teller, so daß der Tisch auch auf unebenen Böden sicher steht. Linksseitig sind zwei verschließbare Schubfächer angeordnet, die zur Aufnahme von Material und Bauelementen dienen. Die rechte Seite des Tisches enthält eine Lötkolbenablage. Der Tisch ist hellgrau spritzlackiert, die Tischplatte (175 cm x 80 cm) mit hellgrauem Resopal belegt.

Von derselben Firma sind auch ein Meßgerätewagen, Arbeitsleuchten und Lupen sowie eine sich auf Kugellagern bewegende Drehplatte erhältlich. Die Drehplatte kann z. B. ein Farbfernsehgerät aufnehmen, das man dann ohne Kraftanwendung um 360 Grad in jede erforderliche Stellung bringen kann.

Hermann Rapp, Werk für Laboreinrichtungen, Blaufelden

Die Servicetische dieser Firma bieten bei gleicher Tiefe (90 cm), aber unterschiedlichen Tischlängen (120 und 180 cm), links-, rechts- oder beidseitigen Unterbauten und verschiedenartigen pultförmigen Aufbauten mit differenzierter Bestückung einen weiten Spielraum für individuell zu gestaltende Arbeitsplätze. Passend zu den Tischen wird ein Gerätewagen mit einer Arbeitsplatte von 90 cm x 60 cm geliefert; er läuft auf vier Lenkrollen, wovon zwei feststellbar sind. Gleichfalls werden Drehstühle mit Sitzfederung in Stahlrohr angeboten, die sich in der Höhe durch Gewindespindel von 45 bis 57 cm verstellen lassen. Der stabilen Form und dem günstigen Erscheinungsbild der gesamten Einrichtung entsprechen die elektrische Installation und die Güte der Meßgeräte in den Aufbauten. Die Verdrahtung ist mit vielfarbigen Kabelbäumen durchgeführt, und es werden nur hochwertige Instrumente in Panoramaform verwendet. Alle Bereiche sind einzeln abschaltbar, abgesichert und mit Kontrolleuchten versehen.

Besonders übersichtliche Arbeitsplätze mit Aufbauten für die Stromversorgung und elektronische Meßgeräte ergeben sich beim Benutzen der hera-Arbeitstische mit den Aufbauten im 19-Zoll-Einschubsystem. Durch die Auswechselbarkeit der Einschübe untereinander vermag diese der bedienende Techniker den anfallenden Prüfproblemen optimal

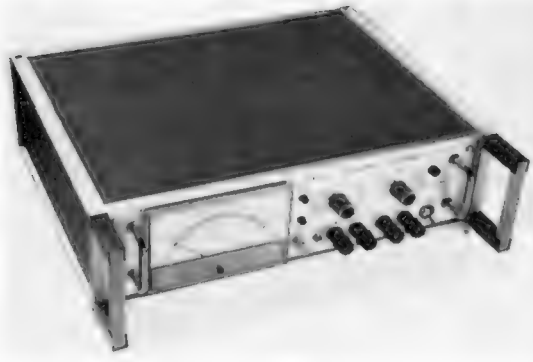


Bild 2.1–17 Elektronisches Universalmeßgerät U–TV 11 A (H. Rapp, Blaufelden)

Rechts: Bild 2.1–18 Fahrbarer Reparaturtisch in Stahlrohrtechnik mit Servicespiegel und -Ablagen (Keitler & Sohn Göggingen/Augsburg)

anzupassen. In Verbindung mit den tragbaren Alu-Gehäusen der Fa. Rapp kann darüber hinaus jeder Einschub zusätzlich für den mobilen Service verwendet bzw. als Einzelgerät bezogen werden.

Bild 2.1–16 zeigt einen Aufbau, der verschiedene Stromversorgungseinschübe enthält, z. B. einen solchen mit Regeltrenntransformator (700 VA, 0 ... 250 V, stufenlos einstellbar), Wattmeter (0 ... 700 W, umschaltbar 0 ... 350 W) und den notwendigen Sicherungselementen, Schaltern und Steckdosen. Ein weiterer Einschub enthält eine einstellbare Gleich- und Wechselspannungsquelle von 0 ... 500 bzw. 0 ... 350 V, ein dritter Einschub eine transistorstabilisierte Gleichspannungsquelle von 0 ... 30 V bei einer Strombegrenzung 0,01 ... 1 A, ein vierter Einschub einen Prüflautsprecher mit sechs Anpassungsmöglichkeiten.

Auf der drehbaren Instrumentenplatte oberhalb des Aufbaus ist das von der Fa. Rapp neu entwickelte Universalmeßgerät U-TV 12 angeordnet. Dieses elektronische Gerät hat bei einem Eingangswiderstand von 100 MΩ die Gleichspannungsbereiche von 1 mV bis 1000 V, Wechselspannungsbereiche von 1 mV bis 300 V, Gleichstrombereiche von 1 nA bis 1 A und Widerstandsbereiche von 10 Ω bis 10 MΩ; es ist als Typ U-TV 11 A **(Bild 2.1–17)** auch für den Einbau in Gestelle geeignet.

Keitler & Sohn, Göggingen/Augsburg

Wer einen stabilen fahrbaren Reparaturtisch mit auswechselbarer und verstellbarer Spiegelhalterung sucht, findet im Typ FS 100, Größe 65 cm x 65 cm oder 60 cm x 80 cm, der Firma Keitler & Sohn **(Bild 2.1–18)** ein geeignetes, preisgünstiges Modell. Der Wagen ist aus Vierkantrohren zusammengesetzt, läuft auf vier kugelgelagerten Vollgummi-Lenkrädern (75 mm ϕ), von denen die vorderen feststellbar sind, und hat eine Tragkraft von ca. 100 kg. Ein Klarsichtbehälter unter der Tischplatte nimmt Montageteile auf; daneben befindet sich eine Ablage für den Lötkolben und unten zwischen den Tischbeinen ein Rost zum Aufbewahren der Geräterückwand.

Telco, München

Von dieser Firma werden in reicher Auswahl Labor- und Werkstattwagen geliefert,

die sich durch hohe Tragkraft (200 kg), leichte Beweglichkeit und gute Formgestaltung auszeichnen. Für bestimmte Modelle gibt es einen Meßgeräteaufsatz, dessen Auflagefläche in vier Stufen bis 20° schräggestellt werden kann. Außerdem kann man die Wagen mit stabilen Stoßleisten (gummiüberzogene Stahlleisten) versehen.

2.14 Antennenanschlüsse

Von weiterer praktischer Bedeutung ist die Frage der *Antennenanschlüsse*.

Gehen wir zunächst von den Antennen selbst aus. Sie sollten auch in einem kleineren Betrieb für alle örtlich interessierenden Bereiche vorhanden sein. In Frage kommen die Bereiche:

L, M, K – Stabantenne
U (Bereich II) – UKW-Antenne für Richt- oder Rundempfang
Bereich III oder Bereich I – Fernsehantenne
Bereich IV/V – Fernsehantenne

Die Bauform richtet sich nach den Empfangsverhältnissen. Für die Niederführung sollten nur geschirmte Leitungen verwendet werden.

An allen diesen Antennen interessieren nun die Anschlußfragen beim (gleichzeitigen) Betrieb mehrerer Empfänger, so wie es in der Werkstatt meist der Fall ist (mehrere Arbeitsplätze, Dauerprüfungen von Geräten mit Aussetzerscheinungen). In den Bereichen L, M, K sind die Anschlußbedingungen unproblematisch; auch im U-Bereich treten, von Ausnahmen abgesehen, kaum Schwierigkeiten auf. Anders liegt der Fall beim Fernsehempfang in den Bereichen I bzw. III und IV/V. Hier spielt die elektrische Anpassung oft eine entscheidende Rolle. Die Antennenniederführungen weisen eine Impedanz von 240 Ω oder 60 Ω auf, die Eingangsimpedanz des Fernsehempfängers beträgt 240 Ω. Ein einzelner Empfänger läßt sich also direkt oder über ein einfaches Anpassungs- und Symmetrierglied 60 Ω asymmetrisch/240 Ω symmetrisch anschließen.

Bei mehreren Geräten müssen die Anschlüsse über eine Verteileranlage erfolgen,

Bild 2.1–19 Ausführung eines symmetrischen 240-Ohm-Antennenverteilers

durch die eine gegenseitige Beeinflussung vermieden wird und der Anschlußwert von Z = 240 Ω bzw. 60 Ω erhalten bleibt.

In einer kleineren Werkstatt wird man mit einer einfachen Antennenverteilung auskommen, die bei einer symmetrischen Anlage von 240 Ω nach **Bild 2.1–19** und bei einer asymmetrischen 60-Ω-Anlage nach **Bild 2.1–20** ausgeführt werden kann. Die Grundschaltungen gehen aus den **Bildern 2.1–21** und **2.1–22** hervor, worin die Widerstandswerte nach der Anzahl der Anschlüsse zu bemessen sind.

Bei einem symmetrischen Verteiler bestimmt man die Widerstandswerte nach

$$R_1 = R_2 = Z\frac{n\,(n-1)}{(2\,n)-1} \qquad R_3 = Z\frac{n}{n-1}\ ,$$

worin Z die Impedanz (= 240 Ω) und n die Anzahl der Verteilerausgänge angibt.

In der umstehenden linken **Tabelle** sind die genormten Widerstandswerte für zwei bis vier Anschlüsse bei symmetrischem Verteiler genannt:

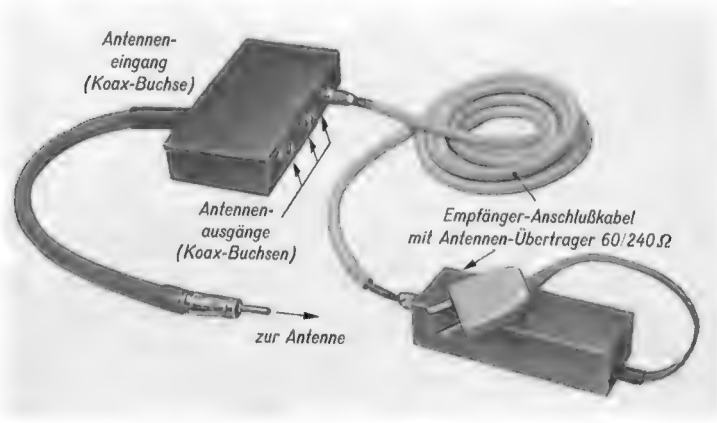


Bild 2.1–20 Ausführung eines asymmetrischen 60-Ohm-Antennenverteilers

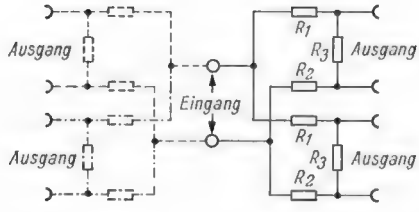


Bild 2.1–21 Schaltung eines symmetrischen 240-Ohm-Verteilers mit ein- und ausgangsseitiger Anpassung für 2 . . . 4 Ausgänge

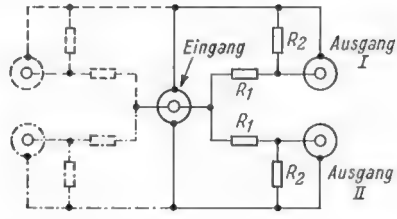


Bild 2.1–22 Schaltung eines asymmetrischen 60-Ohm-Verteilers mit ein- und ausgangsseitiger Anpassung für 2 . . . 4 Ausgänge

Anzahl der Anschlüsse	Werte in Bild 2.1–21		
	R_1	R_2	R_3
2	160 Ω	160 Ω	470 Ω
3	300 Ω	300 Ω	360 Ω
4	390 Ω	390 Ω	330 Ω

Anzahl der Anschlüsse	Werte in Bild 2.1–22	
	R_1	R_2
2	82 Ω	120 Ω
3	150 Ω	82 Ω
4	220 Ω	82 Ω

Bei einem asymmetrischen Verteiler bestimmt man die einzelnen Widerstandswerte nach:

$$R_1 = Z\,\frac{2\,n\,(n-1)}{(2\,n)-1} \qquad R_2 = Z\,\frac{n}{n-1}$$

worin Z die Impedanz (= 60 Ω) und n wieder die Anzahl der Verteilerausgänge angibt.

Auch hier sei eine **Tabelle** der genormten Widerstandswerte für zwei bis vier Anschlüsse gebracht (rechte Tabelle):

Mehr Verteilerausgänge als vier sollte man nicht vorsehen, da die Ausgangsspannung nach der Dämpfungsformel

$$d = (2\,n) - 1$$

bei fünf Anschlüssen bereits auf $\frac{1}{9}$ gegenüber der Eingangsspannung abfällt.

In großen Werkstätten mit vielen Antennenanschlüssen sollte man auf die bewährten Prinzipien der *Gemeinschaftsantennenanlagen* zurückgreifen, wobei handelsübliche Verstärker und Verbindungsfilter zu ver-

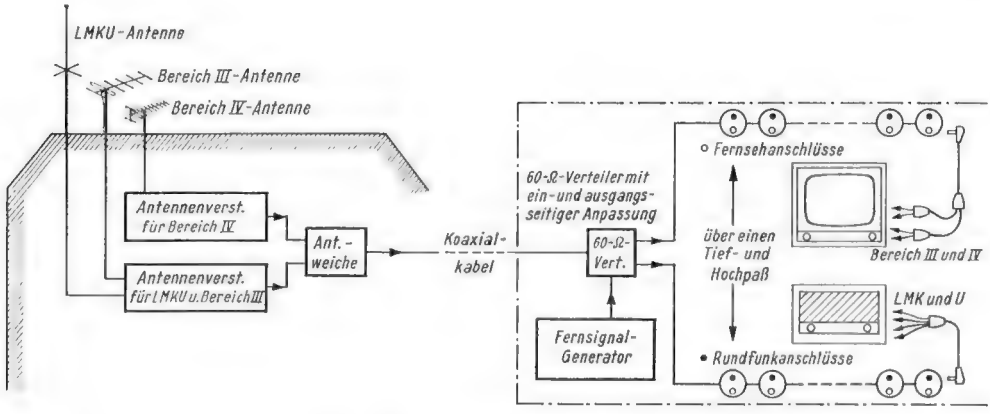


Bild 2.1–23 Antennen-Verteilungsanlage (LMKU, Bereich III, Bereich IV) unter Einschluß eines Fernsehsignal-(Farbsignal-)Generators für große Werkstätten

wenden sind. **Bild 2.1–23** zeigt ein Blockschema dafür. Man erkennt, daß die Anlage durch einen Fernsehsignal-Generator erweitert wurde, so daß auch außerhalb der Betriebszeiten des Bereich-III-Senders ein Signal zur Verfügung steht. Der Generator soll mindestens um einen Kanal höher oder niedriger als der Ortssender eingestellt sein. An den Antennen-Doppelsteckdosen kann jeweils über das entsprechende Anschlußkabel ein Signal der Rundfunkbereiche L, M, K, U oder ein Fernsehsignal der Bereiche III und IV vom Ortssender/Fernsehsignal-Generator entnommen werden.

2.2 Arbeitsgeräte und Hilfsmittel

2.21 Werkzeuge

Die schon immer in jeder Rundfunkwerkstatt benötigten Werkzeuge brauchen hier nicht aufgezählt zu werden; es seien wegen ihrer besonderen Nützlichkeit lediglich die folgenden erwähnt **(Bild 2.21–1 a, b, c)**:

Rückspiegel (Stielspiegel) mit Vollisolation und Schutzkappe
Schraubendreher mit Schraubenhalter (spreizbarer Schraubendreher)
Abklopfhammer (Röhrenprüfhammer)
Rüttelstab, isoliert mit Häkelöse
Röhrenziehzange (Länge etwa 200 mm)
Tropfenöler mit Druckknopf
Glaspipette zum Einträufeln von Wachs auf Hf-Kerne
Abisolierzange
Wärmeableitpinzette
Kleinschraubstock auf Kugelgelenk, schwenk- und arretierbar
Lötpistole mit Anheizzeit von ca. 8 Sekunden für intermittierenden Betrieb
Feinlötkolben mit Dauerlötspitze, etwa 30 W
Lötgriffel für feinste Lötarbeiten
Entlötgerät

Auf *Lötwerkzeuge* wird noch besonders im Abschnitt 4.74 eingegangen.

Zu diesen mechanischen und elektrischen Werkzeugen kommen verschiedene *Abgleichwerkzeuge*, wie Plastik-Schraubendreher von unterschiedlichen Längen und Klingenbreiten, darunter doppelseitige (ein Ende mit Klinge aus Spezialplastik, das andere Ende mit Stahlklinge), ferner besonders lange, flexible Ausführungen (ca. 300 mm, Klinge:

Bild 2.21–1a Einige Sonderwerkzeuge für den Rundfunk- und Fernsehservice (Belzerwerk, Wuppertal-Cronenberg)

Oben: Bild 2.21–1b Abisolierzange für einen Bereich von 0,5 . . . 5 mm Durchmesser (Bernstein)

Oben und links: Bild 2.21–1c Kleinschraubstock, Typ Spannfix, der auf dem Kugelgelenk eines Spannfußes in jeder zweckmäßigen Arbeitslage arretierbar ist, Spanndruck 150 kg, Kunststoffbacken, Backenbreite 40 mm, Spannweite 50 mm. Auf dem Spannfuß der „Vario-Ausführung" (Bild links) können nach Bedarf ein Schraubstock, eine Aufnahme für Leiterplatten oder eine Universal-Spannplatte zum Halten bspw. eines Tuners oder Zeilentransformators befestigt werden (Bernstein-Werkzeugfabrik)

1 = Störsucher-Spion, eine Seite Hf-Material, eine Seite Messing
2 = zweiteilg. Steckschlüssel 2,6 mm Sechskant und 2 mm Breitschlitz
3 = langer Schraubendreher 3 mm mit Lochschlitz-Schraubendreher ganz aus Plasdammit, 300 mm
4 = zweistg. Schraubendreher 5 mm, eine Seite Plasdammit, eine Seite Metall in Plasdammit-Führung
5 = zweiseitiger Schraubendreher 4 mm Plasdammit 4 mm Metall
6 = zweistg. Schraubendreher 3 mm Plasdammit, 3 mm Metall i. Plasdammit-Führ.
7 = kurzer Schraubendreher 3 mm

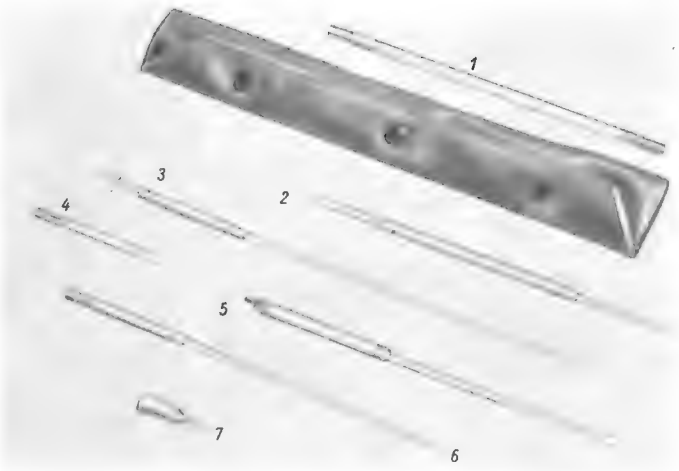


Bild 2.21–2 Fernseh-Abgleichbesteck mit Plasdammit-Isolation (Friedrich Damm, Nümbrecht)

2, 3 und 4 mm) für Abgleicharbeiten am Tuner, sowie besonders kurze mit (kordiertem) Griff und solche mit stumpfer Schneide. Außerdem zählen diverse beidseitige Metall- und Plastik-Steckschlüssel in Normal- und Spezialausführung dazu, desgleichen ein sogenannter Spion mit Hf-Kern und (am anderen Ende) mit Messingkern ⌀ 4 mm, sowie ein Steckschlüssel zum Einstellen der Kissenmagnete, Spitze aus 3 mm Vierkantmessing.

Neuerdings gibt es auch Halter zum Einspannen von verschiedenen dazu passenden Abgleichspitzen und Verlängerungshalter. Es ist jedenfalls eine reichhaltige Auswahl solcher Werkzeuge vorhanden, die ständig ergänzt und hinsichtlich Ihrer Praxiseignung verbessert werden.

Hersteller von Fernseh-Abgleichbestecken sind u. a. das *Belzerwerk* in Wuppertal-Cronenberg, die *Bernstein-Werkzeugfabrik Steinrücke*, Remscheid-Lennep, und die Werkzeug- und Isolierfabrik *Friedrich Damm*, Nümbrecht (siehe **Bild 2.21–2**). Auch sei hier noch die *Deutsche Philips GmbH* genannt, die in einer Plastiktasche unter der Bestell-Nummer 800/TX 34 ausgewählte Abgleichwerkzeuge liefert **(Bild 2.21–3).**

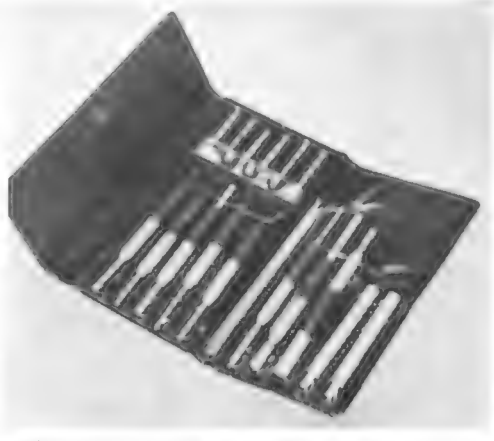


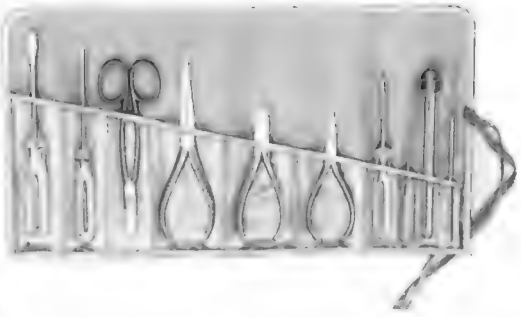
Bild 2.21–3 Abgleichbesteck mit 34 Teilen (Philips)

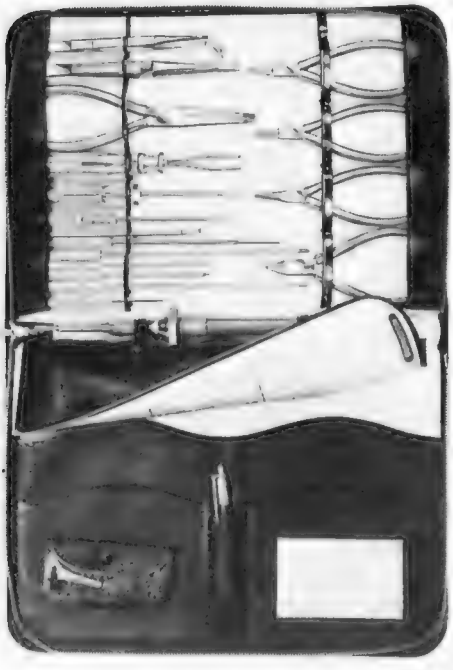
Für den Außendienst (siehe Abschnitt 4.12) finden in letzter Zeit kombinierte Werkzeugmappen, -taschen und -Koffer zunehmende Bedeutung.

Eine Rolltasche in Kleinformat mit 10teiligem Werkzeugsatz der Firma *Fr. Damm* zeigt **Bild 2.21–4.** Der gleiche Hersteller liefert in einer anderen Tasche spezielles Werkzeug für die Handhabung an Halbleiter-Baugruppen.

Eine Service-Mappe aus Kunstleder, die nach geöffnetem Reißverschluß auf der einen Seite Schaltunterlagen, Schreibzeug, Besuchskarten usw. aufnimmt, auf der anderen

Rechts: Bild 2.21–4 Fernseh-Mechaniker-Werkzeugsatz in Kunstleder-Rolltasche, 10teilig (Fr. Damm)





Links: Bild 2.21–5 Service-Mappe Electronica Nr. 2000 (Bernstein)

Rechts: Bild 2.21–6 Fernseh-Servicetasche Nr. 4100 (Fr. Damm)

Bild 2.21–7 Service-Koffer aus Sperrholz, 48 cm x 37 cm x 13 cm, Instrumentenfach mit Schaumgummi ausgekleidet. Einteilung für 60 Röhren und sonstiges Zubehör, Fach für Werkzeuge und Lötpistole, 12 Sortimentskästen für Kleinteile (W. Teuber, Holzwerkstätten, Klein-Rohrheim bei Gernsheim/Rhein

Rechts: Bild 2.21–8 Fernseh-Servicekoffer Boy (Bernstein-Werkzeugfabrik)

Seite 18 ausgewählte Werkzeuge und in der Mitte einen Lötstift (15 W) griffbereit hält, stellt sich unter der Bezeichnung *Bernstein-Electronica* Nr. 2000 in **Bild 2.21–5** vor.

Von größeren Abmessungen ist die Fernseh-Servicetasche Nr. 4100 der Firma *Fr. Damm* **(Bild 2.21–6)**. Hier sind in drei Abteilungen zahlreiche allgemeine und spezielle Werkzeuge einschließlich Lötgriffel und Spannungsprüfer untergebracht. Neuerdings liefert dieser Hersteller unter der Bezeichnung „Parat" eine TV-Reparaturausrüstung im Lederkoffer mit über 30 Werkzeugen, einschl. Fernseh-Abgleichbesteck, Lötpistole und einem kofferartigen Einsatz für 96 Röhren.

Unter den Service-Holzkoffern hat man die Wahl zwischen unbestückten und bestückten. Die erstgenannten kann man sich für die eigenen Belange und mit entsprechendem Ausnutzungsgrad einrichten. **Bild 2.21–7** zeigt einen solchen Koffer von *W. Teuber;* er ist abschließbar und praxisgerecht mit Zwischenböden und verschieden großen Fächern für Werkzeuge, Kleinteile, Röhren, ja selbst auch für ein Vielfach-Meßgerät versehen. Als weitere Lieferquelle sei die Firma *W. Conrad,* Hirschau/Bayern, genannt.

Bestückte Koffer gibt es in verschiedenen Ausstattungen und Größen. **Bild 2.21–8** zeigt als Beispiel die Erstausführung des schon seit Jahren bewährten Servicekoffers Boy der *Bernstein-Werkzeugfabrik.* Er zeichnet sich durch eine solide Holzkonstruktion aus

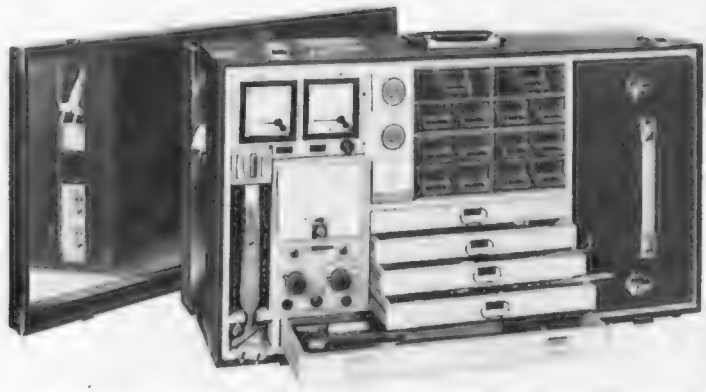


Bild 2.21–9 Universal-Werkstattkoffer für den Außendienst (Bernstein-Assistent, Ausführung 1970/71)

und ist innen wie außen mit abwaschbarem Kunstleder überzogen. Sein abnehmbarer Deckel enthält einen Spiegel, der über eine beigefügte Haltevorrichtung in beliebiger Schräglage aufstellbar ist. Im Koffer selbst befinden sich ein Werkzeugeinsatz und eine Werkzeugplatte mit Schaumstoffaussparungen für 52 Werkzeuge, zu denen auch ein Lötkolben oder wahlweise eine Lötpistole und ein kompletter Satz Abgleichschraubendreher gehören. Der Kofferboden bietet Platz für etwa 60 Röhren, ein Vielfachinstrument, Meßschnüre und anderes Zubehör, so daß man auch diese wichtigen Dinge sofort zur Hand hat. Die Maße des Koffers betragen 43,5 cm x 34 cm x 21 cm; Gewicht ca. 8 kg.

Eine gute Hilfe für den Außendienst bietet der 1963 erstmalig herausgebrachte Werkstattkoffer Bernstein-Assistent **(Bild 2.21–9)**. Er ist kaum größer als der in Bild 2.21–8 gezeigte Fernseh-Servicekoffer Boy. Das stabile Holzgehäuse ist mit Kunstleder bezogen, innen mit Hart-PVC-Folie verkleidet, durch vier Schlösser gesichert und mit einem Tragegriff versehen. Eine Haspel an der linken Kofferwand nimmt das Netzkabel von 7 m Länge auf. In dem Flansch dieser Haspel sind eine Dreifach-Schukodose und eine spezielle Steckdose für den Anschluß des Prüfobjektes untergebracht.

Links oben im Koffer befindet sich ein Netzüberwachungsfeld, bestehend aus einem Voltmeter mit dem Meßbereich bis 250 V sowie einem Strommesser mit den umschaltbaren Bereichen 0 ... 0,45 A und 0 ... 1,8 A. Die Skala ist zusätzlich in Watt geeicht. Universelle Meßmöglichkeiten für die Geräteprüfung ergeben sich durch das eingesetzte Heathkit-Röhrenvoltmeter, Modell IM-11 D. In einem Fach daneben kann man auf einer hitzebeständigen Halterung das betriebswarme Lötgerät (Lötkolben oder -pistole) ablegen und aufbewahren. Der untere rechte Teil des Koffers enthält vier Schübe mit zahlreichen Werkzeugen einschließlich Abgleichwerkzeugen. Darüber befinden sich acht durchsichtige Sortimentskästen für Kleinmaterial und ein Fach für Meßleitungen. Vervollständigt wird diese „transportable Werkstatt" durch eine organisch eingebaute, abschließbare Box für 50 Röhren und ein Fach für weitere 30 Röhren.

An dieser Stelle sei noch erwähnt, daß verschiedene Werkzeughersteller auch strapazierfähige *Umhängetaschen mit Werkzeugen für die Antennenmontage* liefern.

Anmerkung: Entmagnetisierung von Werkzeugen

Daß die in der Servicewerkstatt, besonders aber im Außendienst verwendeten Werkzeuge

ständig gepflegt werden müssen, um voll gebrauchsfähig und „ansehnlich" zu sein, bedarf eigentlich keines Hinweises. Man sollte aber auch daran denken, diese Werkzeuge von Magnetismus freizuhalten. Das trifft vor allem für Schraubendreher und Pinzetten zu, die man – vielleicht unbewußt – mit einem Magnetsystem (Lautsprecher usw.) in Berührung brachte. Abgesehen davon, daß sich an den Klingen alles eiserne Kleinmaterial, wie Unterlegscheiben, Madenschrauben, Stifte, „einfindet" und so die Arbeit verzögert oder behindert, können derartige Werkzeuge beim Gebrauch an Farbfernsehgeräten unangenehme Farbreinheitsfehler verursachen. Magnetische Werkzeuge können überdies Eisenteile, wie Haltewinkel und Schrauben, magnetisieren, die ihrerseits an Bildröhren den Strahlengang beeinflussen. Will man nun solche Werkzeuge entmagnetisieren, so geschieht das am besten im elektromagnetischen Wechselfeld einer an das Wechselstromnetz angeschlossenen Entmagnetisierspule (-drossel), so wie sie für den Farbfernsehservice (siehe Abschnitt 5.62) herausgebracht worden sind. Man führt das Werkzeug langsam durch das Innere einer solchen Spule und noch etwa 50 cm in der gleichen Richtung außerhalb weiter. Sehr praktisch ist hierfür auch der von Graetz gelieferte Entmagnetisierungskreisel. Schließlich sei noch auf die Lötpistole hingewiesen, in deren Drahtschleife man den magnetisierten Schraubenzieher steckt. Nach dem Einschalten wird er langsam wieder herausgeführt und in gleicher Richtung noch etwa 20 cm bewegt, bevor man die Lötpistole abschaltet.

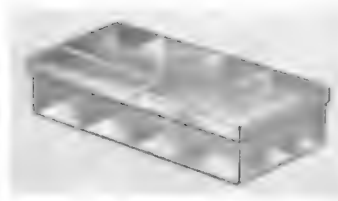


Bild 2.22–1 Sortiments-Kästchen U35a aus durchsichtigem Plastikmaterial mit Fächereinteilung, Größe 175 mm x 90 mm x 40 mm, mit Deckel (W. Conrad, Hirschau/Opf.)

Bild 2.22–2 Magazinschrank mit durchsichtigen Schubläden, Mod. 290/16 A–4B (J. K. Brauer & Co.; Hamburg)

2.22 Behältnisse, Magazine

Eine wichtige Voraussetzung für planvolle, zeitsparende und damit rationelle Instandsetzungsarbeiten ist das übersichtliche Aufbewahren der Ersatzteile. Für Bauelemente und Befestigungsmaterial (Schrauben, Muttern usw.) eignen sich vorzüglich durchsichtige Kunststoffdosen, weil man bei ihrer Verwendung gleich erkennt, ob noch ein ausreichender Bestand der betreffenden Positionen vorhanden ist und sie rechtzeitig nachbestellen kann. Solche ein- oder mehrteiligen „Schau"-dosen bzw. Sortiments-Kästchen, **Bild 2.22–1**, lassen sich je nach Bedarf und vorhandenem Platz zu beliebigen Magazinen zusammenstellen. Für die Servicewerkstatt zugeschnittene Ausführungen in verschiedener Bauart und mit verschiedenen Abmessungen bringen u. a. folgende Firmen heraus:
Bernstein, Werkzeugfabrik Steinrücke, Remscheid-Lennep;
J. K. Brauer & Co., Hamburg 1;
Werner Conrad (Werco), Hirschau/Opf.

In **Bild 2.22–2** ist ein Magazinschrank von Brauer dargestellt. Dieser Hersteller liefert auch Drehständer, die bei einem Platzbedarf von nur 0,25 m² Bodenfläche und einer Höhe von etwa 170 cm bis zu 600 Schubläden enthalten.

Regalschränke oder Rahmen für raumsparende und übersichtliche Kleinteile-Lagerung in Holz- oder Stahlkästen erhält man außerdem u. a. von Werner Conrad, Hirschau/Opf.; Johann Saar GmbH, Grävenwiesbach/Ts.; Fritz Schäfer GmbH, Salchendorf über Neunkirchen/Siegen.

Links: Bild 2.22–3 Standardmaterial-Sortiment, zusammenstellbar in einem nach dem Baukastenprinzip entwickelten Lagersystem. Hier mit sieben Kästen, enthaltend in Art und Anzahl den durchschnittlichen Ersatzbedarf an Schicht- und Miniatur-Widerständen, an Keramik-, Roll-, Miniatur-, Hochvolt- und Niedervolt-Elektrolytkondensatoren sowie an Reparaturkleinteilen wie Schrauben, Muttern, Federringen, Skalenseilen, Skalenlampen, Sicherungen usw. (Philips-Service)

a

b

Bild 2.22–4 Service-Materialkoffer SMK 5 in Kunstlederausführung Skai mit einer praxisgerechten Auswahl verschiedener Bauelemente, einschl. Röhren (Philips-Service)

Ein leicht montierbares Stahlrohrgestell mit sieben stabilen Holzschüben, gleich angefüllt mit Widerständen, verschiedenen Kondensatoren und Befestigungsmaterial, wird schon seit längerer Zeit vom Philips-Service angeboten **(Bild 2.22–3)**. Die Auswahl der Teile erfolgte nach Erfahrungsgrundsätzen bei der Reparatur einer großen Anzahl der unterschiedlichsten Typen von Rundfunk-, Fernseh-, Tonband- und Phonogeräten sowie Autosupern, Kofferempfängern und Verstärkern.

Wenn nun mit Hilfe dieser Magazine die übersichtliche Lagerung von Kleinmaterial und Ersatzteilen in der Werkstatt gesichert erscheint, so verbleibt für den Außendienst die Frage, was hierfür in welchen Behältern mitzunehmen ist. Ungeordnete Einzelteile in Plastikbeuteln oder Zigarrenkästen tragen nicht dazu bei, die Arbeitszeit beim Kunden

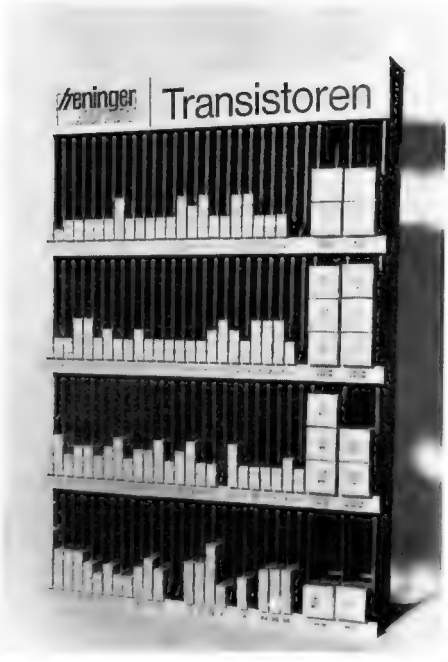


Bild 2.22–5 Servix-Wandregal mit Transistoren (heninger-Servix, München)

zu verkürzen, ganz abgesehen von dem Eindruck, den diese Handhabung beim Kunden hinterläßt. Es ist daher zu begrüßen, daß einige Firmen Materialtaschen geschaffen haben, deren Inhalt ganz auf die Belange des Außendienstes abgestimmt ist.

Bild 2.22–4 a und **b** zeigen eine solche in Kunstleder, die oben und frontseitig aufklappbar ist. In ihren fünf Etagen mit insgesamt 45 Fächern aus bruchfestem Kunststoff sind 32 Röhren, 10 Dioden/Transistoren, 50 Polyester-Kondensatoren, 20 Elektrolytkondensatoren, 150 Widerstände 0,5 W, 10 Widerstände 5,5 W, 5 NTC-Widerstände und 40 Sicherungen untergebracht. Ein Meßgerät findet in der zweiten Etage und ein selbst zusammengestellter Werkzeugsatz in der unteren Schublade Platz. Schaltbilder legt man in ein geräumiges Zwischenfach. Die Abmessungen der Tasche sind
H = 32 cm, B = 43 cm und T = 18 cm.

Geordnete Sortimente von elektrischen und mechanischen Bauelementen zum Nachfüllen vorhandener Behältnisse oder auch zum Mitnehmen im Außendienst liefert der *Philips-Service* abgepackt in Taschenform oder „Skin"-verpackt auf einer Karte. Als weiterer Lieferant von aktiven und passiven Bauelementen sowie Ersatzteilen aller Art sei noch die Firma *heninger-servix, München*, genannt. Ein von ihr lieferbares Wandregal, angefüllt mit den gängigsten Transistoren ist aus **Bild 2.22–5** ersichtlich.

Abschließend muß bemerkt werden, daß auch seitens der Gerätehersteller der schnellen und zuverlässigen Ersatzteilversorgung immer größere Bedeutung beigemessen wird. So bringt z. B. *Schaub-Lorenz* in einer besonders aufgemachten Systemverpackung werkstattgerechte Sortimente von Bauelementen heraus.

Der Ersatz einzelner Baugruppen, wie Tuner und Zeilentransformatoren, aus Geräten früherer Baujahre durch standardisierte universell verwendbare Teile wird später noch behandelt.

2.23 Vollgummi-Gittermatte

Aus der Fülle der verschiedenartigen Hilfsmittel zur Unterstützung und Beschleunigung der Arbeit oder zum Schutz des Personals und der Geräte sei zunächst die Vollgummi-Gittermatte erwähnt **(Bild 2.23–1)**. Diese dient als Werktischauflage für die zu behandelnden Geräte und Chassis. Sie wird seit langem in bewährter Ausführung von der *W. Kronhagel KG., Wolfsburg*, ge-

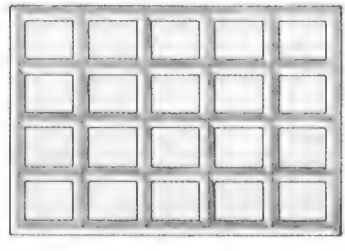


Bild 2.23–1 Vollgummi-Gittermatte (W. Kronhagel KG, Wolfsburg/Hann.) Nähere Angaben siehe Tabelle auf der nächsten Seite.

	Modell 1	Modell 2	Modell 3
Größe	540 x 380 mm	625 x 375 mm	700 x 450 mm
Höhe	25 mm	20 mm	20 mm
Größe der Gitterkästchen	90 x 100 mm	45 x 50 mm	45 x 50 mm
Querschnitt	a = 25 mm b = 25 mm	a = 25 mm b = 20 mm	a = 25 mm b = 20 mm
Gewicht	2,6 kg	2,95 kg	4 kg

liefert und hat die Größe von 54 x 38 x 2,5 cm, 62,5 x 37,5 x 2 cm oder auch 70 x 45 x 2 cm. Die Gitterkästchen können zum Aufbewahren der während der Reparatur demontierten Schrauben und Kleinteile dienen. Außerdem nehmen sie vorstehende Achsen und Knöpfe des Werkstückes auf. Lötzinnreste fallen in die Gitterzwischenräume, so daß das Werkstück nicht zerschrammt wird.

Für den praktischen Gebrauch empfiehlt es sich, die Gittermatte auf eine 0,6 bis 0,8 mm starke Zink- oder Aluminiumplatte aufzulegen. Die Matte saugt sich dann an dieser Blechplatte fest und ist mit dem darauf befindlichen Objekt ohne weiteres auf dem Werktisch drehbar und leicht beweglich.

2.24 Prüfröhrensatz

Da die statische Beurteilung einer Röhre durch Prüfen oder Messen in üblichen Röhrenprüfgeräten nicht immer eindeutige Resultate über die Funktionsfähigkeit in der vorliegenden Schaltung ergibt (siehe Abschnitt 4.522), kommt man in der Praxis kaum ohne Prüfröhren aus. Man sollte daher einen Röhrensatz zusammenstellen, der sämtliche in Fernsehempfängern gebräuchlichen Typen umfaßt (siehe **Tabelle 2.24–I**).

Für die Lagerung dieser Röhren kann man sich ein Gestell bauen, das ein Grundbrett und planparallel dazu zwei gleichgroße, mit kreisförmigen Ausschnitten versehene Platten enthält. Diese sind ca. 2,5 cm voneinander entfernt, und die Löcher haben für die modernen zylindrischen Fernsehröhren meist einen Durchmesser von 20 mm.

Bei dieser Gelegenheit sei dem Servicetechniker noch ein Tip für die *Kennzeichnung* der Prüfröhren gegeben. Um jeder Verwechslungsgefahr vorzubeugen, versieht man diese Röhren mit einer weißen oder roten Kappe durch einen Anstrich mit Emailfix. Das ist eine lufttrocknende Kunstharzfarbe, die es in Tuben in jedem Farbengeschäft gibt. Der Anstrich darf wegen der notwendigen Wärmeabstrahlung nicht zu dick sein. Wenn die Kappe in etwa 2 Stunden getrocknet ist, kann man darauf mit einer dünnen Grapholusfeder in großer Schrift die Typenbezeichnung schreiben; man verwendet dazu eine unverwischbare Ausziehtusche.

Einen Prüfröhrensatz mit 121 ausgewählten Typen für den Service an Rundfunk-, Fernseh-, Phono- und ELA-Geräten aller Fabrikate enthält in übersichtlicher Ordnung der von Philips herausgebrachte verschließbare Prüfröhrenschrank SPR 3 **(Bild 2.24–1)**. Eine Reihe von Reservefächern ermöglicht die individuelle Ergänzung des Sortiments. Die größeren Prüfröhren stecken griffbereit und sicher in einem Schaumstoffpolster im unteren Teil des Schrankes. Die Abmessungen betragen: H = 74 cm, B = 36 cm, T = 12 cm. Neuerdings ist dieser Schrank auch unbestückt mit vier verstellbaren Borden lieferbar (Typ SMS 3).

Die Lagerhaltung von Prüf-Bildröhren für Schwarzweißempfänger beschränkt sich auf wenige Typen (MW 43–69, AW 43–80, AW 43–88), wenn zur Prüfung eine Methode angewendet wird, die im Abschnitt 4.53 beschrieben ist. Bildröhren dürfen aus Sicherheitsgründen nur in ihren Spezialverpackungen aufbewahrt werden.

Tabelle 2.24–I. Prüfröhren für Schwarzweiß- und Farb-Fernsehempfänger

für den UHF-Konverter
(Baujahr 1962)

(EC 86) (EC 88)

für den VHF-Tuner

ECC 85	PCF 80
PC 97	PCF 82
PC 900	PCF 86
PCC 84	(PCF 803)
PC 88	PCF 801
PCC 189	

für den UHF-Tuner

PC 86 PC 88

für den Zf-Verstärker

EF 80	EF 184
EF 85	PCF 80
EF 89	PCF 82
EF 183	PCF 200

für die Video-Stufe

EF 80	PFL 200
PCL 84	PL 83
PCL 200	PL 84
	PL 802

für die Abstimmanzeige

EM 800 (Thermometeranzeige)
(PM 84) (Magisches Band)

für Zusatzstufen im Farbfernsehempfänger

EF 184	PCL 200
PCF 200	PFL 200
PCL 84	PL 802

für den Ton-Zf-Verstärker

EAA 91	EF 80
EABC 80	EF 184
EBC 91	PABC 80
EBF 89	PCF 80

für den Nf-Verstärker

EC 92	PCL 82
EF 80	PCL 86
EL 95	PL 82
PC 92	PL 84
PCL 81	PL 95

für die Impulstrennung und Hilfsstufen

EAA 91	PC 92
ECC 81	PCF 80
ECC 82	PCF 82
ECH 81	PCF 200
ECH 84	PCH 200
EF 80	PCL 84
EH 90	PFL 200

für die Vertikalablenkung

ECC 81	PCL 82
ECC 82	PCL 85
ECL 80	PCL 805
ECL 805	PL 82
EL 508	PL 84
EL 509	PL 508
EL 519	PL 509
PC 92	PL 519
PCF 80	PL 805
PCL 81	

für die Horizontalablenkung

ECC 81	PL 81
ECC 82	PL 504
ECF 802	PL 505
ECH 81	PL 509
ECH 84	PL 519
EL 504	PY 81
EL 519	PY 83
PCF 80	PY 88
PCF 82	PY 500
PCF 802	PY 500 A
PL 36	

für den Hochspannungsgleichrichter

DY 51	EY 86
DY 86	GY 501
DY 802	PD 500
EY 51	PD 510

Nach Typen geordnet ergibt sich folgender Satz:

EAA 91, (EABC 80), EBC 91, EBF 89, (EC 86), (EC 88), EC 92, ECC 81, ECC 82, (ECC 85), *ECH 81, *ECH 84, ECL 80, (ECL 86), *EF 80, EF 85, (EF 89), EF 183, *EF 184, (EH 90), EL 84, EL 95, EL 508, EL 509, EL 519, PABC 80, PC 86, PC 88, PC 92, (PC 97), PC 900, (PCC 84), PCC 88, PCC 189, *PCF 80, *PCF 82, PCF 86, PCF 200, PCF 801, *PCF 801, *PCF 802, (PCF 803), *PCH 200, PCL 81, PCL 82, PCL 84, *PCL 85, *PCL 86, PCL 200, PCL 805, **PD 500**, **PD 510**, PFL 200, PL 36, PL 81, PL 82, (PL 83), (PL 84), **PL 505, PL 508, *PL 509, PL 519, PL 802,** *PL 805, (PM 84).
DY 51, *DY 86, *DY 802, (EY 86), **GY 501**, PY 81, PY 83, *PY 88, *PY 500, PY 500 A.*

Die eingeklammerten Typen sind ältere oder selten verwendete, die mit einem * gekennzeichneten Typen sollten möglichst doppelt vorhanden sein. Spezielle Typen für Farbfernsehempfänger sind **fett** gedruckt.

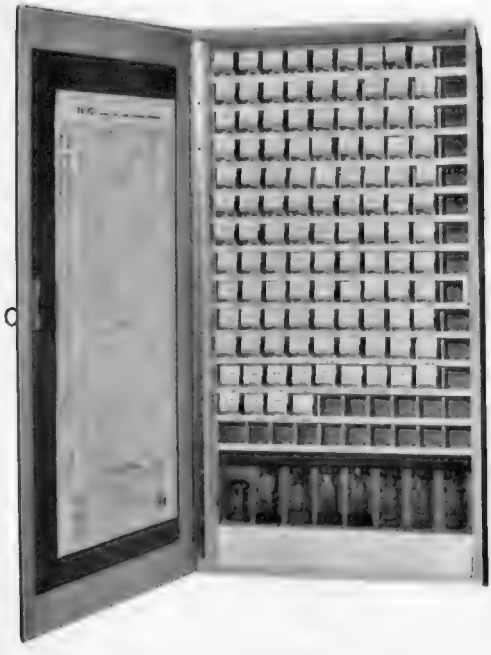


Bild 2.25–1 Muster einer Schutzbrille: Varianta-Modell 9148 mit abnehmbaren Seitenkörben (Winter-Optik GmbH)

Links: Bild 2.24–1 Prüfröhrenschrank (Philips/Valvo)

2.25 Schutzmittel beim Umgang mit nicht implosionssicheren Bildröhren

Es kommt zwar verhältnismäßig selten vor, daß Fernsehbildröhren implodieren, doch ist bereits die Möglichkeit einer solchen Implosion ein hinreichender Grund, bei Handhabungen an der Bildröhre geeignete Schutzmaßnahmen durchzuführen (siehe entsprechendes *Merkblatt der Berufsgenossenschaft Feinmechanik und Elektrotechnik*). Der Schutz bezieht sich vor allem auf die *Augen*, weil Verletzungen hieran fast immer folgenschwer sind. Nun sollen entsprechende Brillen, die derartige Unfallfolgen vermeiden, die Arbeit möglichst wenig behindern und für den Träger bequem sein; solche Brillen stellen u. a. her: Anton Matscheko KG., Fürth/Bayern und Winter-Optik GmbH, Fürth/Bayern **(Bild 2.25–1)**.

Außer den Schutzbrillen gibt es noch *Gesichtsschutzschilde*, bestehend aus einem Kopfring bzw. einer Filzkappe mit Gummizug und einer hochklappbaren Cellon-Schutzwand. Sie schützen im Falle einer Implosion nicht nur die Augen, sondern auch Gesicht und Hals. (Lieferanten u. a.: Fondermann & Co., Haan/Rheinland; Adolf Korte KG, Korb bei Stuttgart; Schutzbrillenfabrik Anton Matscheko KG, Fürth/Bay.).

Für die Arbeiten an Bildröhren in der Servicewerkstatt sind ferner vorgeschrieben: *Lederhandschuhe* und *Pulsbandagen* oder lederne *Stulpenhandschuhe*. Handschuhe ohne Finger können verwendet werden, wenn die Arbeit dies erfordert. *Schürzen* aus Leder oder kräftigem Gewebe (Segelleinen).

Fortsetzung des Textes auf S. 111

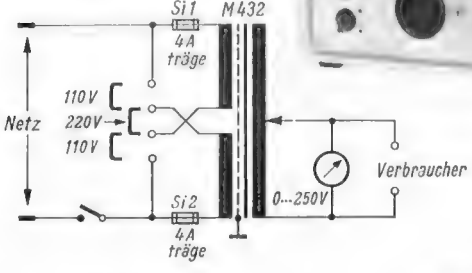
Tabelle 2.26–I. Regel-Trenntransformatoren (zugehörige Bilder siehe nächste Seite)

Hersteller	Typ	Leistung	Bemerkungen
ASA-Trafobau, Arolsen (Waldeck)	(Bild 2.26–1)	750 W	Prim. 110/220 V Sek. 185 . . . 240 V; 14 Stufen. Volt- und Amp.-Meter; Überstrom-Schutzautomat
	Einbauteile f. Ausführungen v.:	250, 500, 750, 1000 W	
Engel GmbH, Wiesbaden	TR 8 (Bild 2.26–2)	800 VA	Prim. 120/220 V; Sek. 175 . . . 250 V in 15 Stufen; Voltmeter
	TR 8-E	800 VA	nur Transformator und Stufenschalter
Grundig, Fürth/Bayern	RT 5 (Bild 2.26–3)	700 VA	Prim. 110/220 V; Sek. 0 . . . 90 . . . 250 V stetig; Voltmeter
Philips, Hamburg	RTT 67 (Bild 2.26–4)	1,9 A	Prim. 220 V; Sek. 3 . . . 230 V, stetig; Voltmeter
	RTE 67	1,9 A	für Einbau (ohne Voltmeter)
Karl F. Schwarz, Ludwigshafen/ Rhein	RG 7	750 VA	Prim. 220 V; Sek. 170 . . . 250 V in 15 Stufen; Voltmeter
	RG 7 E (Bild 2.26–5)	750 VA	nur Transformator mit Schalter u. Zeigerknopf für Einbau
Nord-Apparatebau- u. Vertriebsges. mbH, Hamburg	NAB 4	800 VA	Prim. 220 V; Sek. 0 . . . 250 V, stetig Voltmeter
	NAB OG 3		nur Transformator
Hermann Rapp Blaufelden	SG 700	700 VA	Trenntransformator 220 V/250 V. Regel-transformator 0 . . . 250 V mit Voltmeter
	SG 700 W (Bild 2.26–6)	700 VA	zusätzl. mit Wattmeter

Bild 2.26–1 Regel-Trenntransformator (ASA)

Bild 2.26–2 Regel-Trenntransformator TR 8 (Engel)

Rechts und unten: Bild 2.26–3 Regel-Trenntransformator RT 5 und Schaltbild dazu (Grundig)



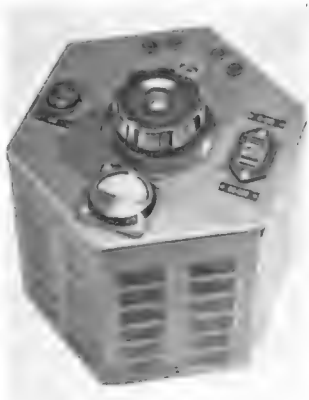


Bild 2.26–4 Regel-Trenntransformator RTT 67 (Philips)

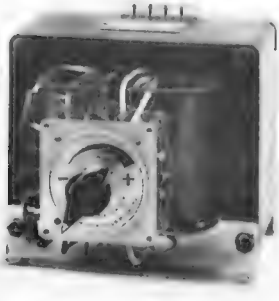


Bild 2.26–5 Regel-Trenntransformator für Einbau RG 7 E (Karl F. Schwarz)

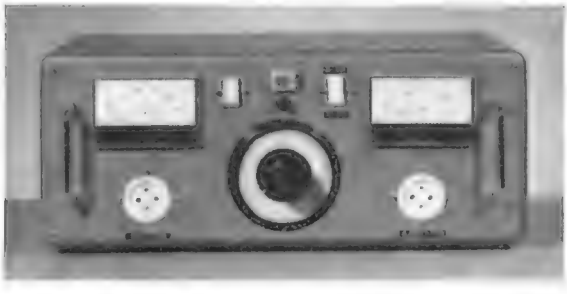


Bild 2.26–6 Stromversorgungsgerät SG 700 W mit gesondertem Trenn- und Regeltransformator, Voltmeter und elektrodynamischem Wattmeter 0 . . . 350/0 . . . 700 W (Hermann Rapp, Blaufelden)

Achtung: Auch beim Umgang mit metallummantelten Röhren sind die beschriebenen Schutzmaßnahmen in vollem Umfang zu beachten. Als implosionssicher gilt die metallummantelte Röhre lediglich im eingebauten Zustand. Beim Transport einer solchen Röhre im Servicefall muß immer mit der Möglichkeit gerechnet werden, daß die Röhre aus der Hand gleitet bzw. angeschlagen wird. Dann kann es zu einem Bruch und damit zu einer Splitterstreuung kommen.

2.26 Trenntransformatoren

Diese sind aus Sicherheitsgründen (Unfallverhütung) bei jeder Arbeit am geöffneten Gerät oder am ausgebauten Chassis zu verwenden, da praktisch alle Fernsehempfänger in Allstromschaltung aufgebaut sind und infolgedessen das Chassis gegen Erde Spannung führen kann. Der Trenntransformator muß aber mit Rücksicht auf die Einweggleichrichtung im Stromversorgungsteil des Empfängers einen sehr kleinen Innenwiderstand aufweisen, da sonst – trotz einer Anzeige von 220 V auf der Sekundär-(Abnahme-)seite – die Betriebsgleichspannungen im Gerät den Sollwerten nicht entsprechen. Wenn man davon ausgeht, daß mancher Schwarzweißempfänger 175 Watt aufnimmt, wird ein genügend kleiner Innenwiderstand erst bei einer Dimensionierung des Transformators für die Leistungsaufnahme des Heizkreises von 66 Watt zuzüglich der doppelten Leistungsaufnahme für den Anodenstromkreis von etwa 2 x 110 Watt erreicht. Das ergibt insgesamt etwa 300 VA. Für Farbfernsehempfänger muß ein entsprechend größerer Trenntransformator gewählt werden **(s. Tabelle 2.26–I).**

Um Netz-Über- und -Unterspannungen ausgleichen und das Verhalten des Empfängers bei Netzspannungsschwankungen prüfen zu können, empfiehlt sich die Anschaffung eines Trenntransformators, dessen Sekundärspannung ohne Unterbrechung in gewissen Grenzen nach unten und oben regelbar ist.

Durch eine geerdete Schutzwicklung wird das Eindringen von Störspannungen aus dem Netz in den Empfänger vermieden. Dieser Vorzug macht sich ganz besonders bei Abgleicharbeiten bemerkbar.

Bei einem Leistungsbedarf über 600 VA wählt man auch Stromversorgungsgeräte mit separatem Trenn- und Regeltransformator.

An einem Regel-Trenntransformator darf laut VDE-Vorschrift jeweils nur ein Fernsehempfänger angeschlossen werden. Bei mehreren Empfängern läge nämlich im Verpolungsfall zwischen den Chassis das volle Potential, so daß man beim (zufälligen) gleichzeitigen Berühren beider Chassis oder damit verbundener Leiter Spannungsschlägen ausgesetzt wäre. Meßgeräte für Netzanschluß sind unmittelbar mit dem Netz zu verbinden, wenn der zu prüfende Empfänger am Trenntransformator liegt, also erdpotentialfrei ist.

2.3 Chemikalien

Nachstehend sind alphabetisch jene Klebe-, Lösungs-, Reinigungs-, Kontaktschutz-, Isolier- und Kältemittel, Entfeuchter, Flußmittel und Lötlacke, Fette und Öle sowie Mittel zur Oberflächenbehandlung zusammengestellt, die – mehr oder minder bekannt – in der Praxis des Servicetechnikers nutzbringend verwendet werden. Viele von diesen tragen Markenbezeichnungen, und es sei darauf hingewiesen, daß sich die „Werkstatt-Chemie" gerade in den letzten Jahren bedeutend entwickelt hat und noch manche weitere Fortschritte erwarten läßt. Der Erfolg bei der Anwendung dieser Mittel hängt von der richtigen Auswahl und der strikten Beachtung der Herstellervorschriften ab. So darf z. B. Kontaktfett nie mit Schmierfett verwechselt und Trolitul keineswegs mit „Tri" gereinigt werden, weil Tri Trolitul auflöst.

2.31 Klebemittel

Benzol mit transparenten Trolitulabfällen wird als verlustfreier Klebstoff, zum Beispiel zum Festlegen von Hf-Litze, verwendet. Außerdem können zerbrochene Trolitulteile damit geklebt werden.

Fotopaste (Ligament, Pelikanol) wählt man, wenn Bezeichnungen, Firmenadressen, Schaltbildänderungen usw. aufgeklebt werden sollen.

Frequentol (H. Schütze, Gräfelfing bei München): verlustarmer, schnelltrocknender Universalkleber für die gesamte Hf-Technik.

Modell-Lack (rot), gegebenenfalls mit Spiritus verdünnt, gebraucht man gern zum Festlegen von Schrauben, Muttern und Trimmern.

Pattex (Henkel-Klebstoffwerk) ist ein vielseitiger Kontaktkleber, der sich besonders gut zum Verkleben von Kunststoffen, Kunstlederfolien (mit oder ohne Gewebeeinlage), Metallen, Holz, Pappe, Filz und Glas eignet. Durch Vermischen mit dem zugehörigen Härter wird die Temperatur- und Klebfestigkeit noch wesentlich erhöht.

Peligom (Pelikan – Günther Wagner, Hannover): zähflüssiger Alleskleber auf Nitrozellulose-Grundlage – ähnlich UHU-Alleskleber.

Ponal (Henkel), *Racoll* (Ratjen), *UHUcoll* (UHU-Werk) sind hochwertige Holzleime von großer Festigkeit (mit Wasser verdünnbar), auch zum Aufkleben von Bespannstoffen geeignet.

Schellack ist für verschiedene Zwecke brauchbar, z. B. zum Anheften von Spulenenden oder zum Auskitten von Fehlstellen an polierten Gehäuseoberflächen.

Terokal 256 (Teroson-Werke, ab Werk oder über den Autozubehörhandel lieferbar) ist ein im Service bewährter, vielseitig verwendbarer nicht fadenziehender Kautschukkleber, der mit Pinsel oder Spachtel verarbeitet wird. Er eignet sich u. a. zum Verkleben von Kunststoffskalen, Gummi- und Kunststoffprofilen, Stoff, Pappe, Filz, Holz untereinander sowie auf Blech (roh, grundiert oder lackiert), Holz oder Glas.

Terokal-Metallkleber X ermöglicht mit zwei Komponenten – dem Binder und dem Härter – das „chemische Verschweißen" gleichartiger und verschiedener Metalle mit- und untereinander sowie die Verbindung von Plastikwerkstoffen mit sich selbst oder mit Metallen (siehe auch UHU-plus).

UHU-Alleskleber (gelbe Tube, elastischer Klebstoffrückstand), *UHU hart* (blaue Tube, harter Klebstoffrückstand), lauten die Markenbezeichnungen für zähflüssige Universalkleber. Sie sind farblos, wasserfest und isolierend. Ihre gute Klebkraft ist bedingt durch die vorzüglichen Eigenschaften des verwendeten Kunstharzes bzw. der Nitro-Cellulose-Kombination. Mit solchen Klebemitteln kann man ebenso Preßstoffgehäuse kitten wie Membranen leimen oder Schwingspulen an den Papierkonus kleben, Filzringe oder Wicklungen bzw. Leitungen festlegen.

UHU-Plus, Spezial-Bindemittel auf Epoxydharzbasis für Stahl, Bunt- und Leichtmetalle, Glas, Keramik, Hartgummi und duroplastische Kunststoffe – im Service z. B. für gelöste Tastenhülsen der Programmwähleinrichtungen – besitzt als Zweikomponentenkleber eine außerordentlich hohe Klebkraft. Allerdings ist die Mischung ziemlich zäh und daher schwer aufzutragen. Die Verarbeitung wird einfacher, wenn man den angerührten Klebstoff (z. B. mit einer Infrarotlampe) auf 60 °C bis 100 °C erwärmt und dann – wegen des verkürzten Abbindevorgangs – rasch auf die zu klebenden Flächen aufträgt. Danach empfiehlt es sich, die Klebstelle weiter stark zu erwärmen; man erreicht in diesem Fall sowohl eine kürzere Aushärtezeit also auch eine noch höhere Festigkeit.

Beispiel:

bei 20 °C in 20 Stunden ausgehärtet
... 150 kg/cm²
bei 180 °C in 5 Minuten ausgehärtet
... 300 kg/cm²

Vorgenannte Methode ist natürlich nur anzuwenden, wenn die zu verbindenden Werkstoffe entsprechend temperaturfest sind. Polystrol z. B. verträgt nur eine Temperatur bis ca. 60 °C.

Wachs, Paraffin, das bekanntlich bei geringer Erwärmung leicht zu fließen beginnt, verwendet man zum Fixieren von Hf-Eisenkernen. Es wird mit Hilfe einer Glaspipette auf den Kern aufgespritzt und hat den Vorteil, daß der Kern im Bedarfsfall durch Erwärmen (Föhn, Infrarotbestrahlung, Lötkolben) immer wieder leicht zu lösen ist.

2.32 Lösungs- und Verdünnungsmittel

Aceton (technisches), für sich allein, dient als vorzügliches Lösungsmittel, zum Beispiel für verlackte Metallschrauben. Außerdem kann eingedickter Nitrozelluloseekleber, zum Beispiel ein „Alleskleber", damit verdünnt werden. Die Aufbewahrungsflaschen sollen stets luftdicht abschließen (am besten mit Glasstopfen).

Spiritus ist ein Lösungsmittel besonders für Kolophonium, womit man zum Beispiel rutschende Skalenseile bestreicht (Lösungsverhältnis 1:10). Der Spiritus verdunstet, das Kolophonium bleibt haften. Außerdem kann Spiritus zum Entfernen der Lackisolation von Kupferlackdrähten (Hf-Litze!) benutzt werden, wenn man diese zuvor über einem Spiritusbrenner rotglühend gemacht hat und dann sofort in den Spiritus eintaucht, damit der Lackrückstand abplatzt.

2.33 Reinigungsmittel

Alkohol, Waschbenzin, Tetrachlorkohlenstoff und u. a. Trichloräthylen (Werkstattbezeichnung Tri) dienen zum Reinigen vorwiegend mechanischer Bauelemente und Baugruppen. Zum Reinigen von Kontakten sind diese Mittel weniger geeignet, da schon geringe in ihnen enthaltene Verunreinigungen ihrerseits wieder Korrosionserscheinungen hervorrufen können.

Cramolin FL, bzw. Cramolin-Spray R in Sprühdose (Schäfer & Co.) ist ein seit langem bekanntes Reinigungs- und Pflegemittel für Hf-Kontakte. Es wird im Bedarfsfall, z. B. wenn sich Funktionsfehler infolge unzulässiger Kontaktwiderstände zeigen (Krachen, Knacken, Bildfehler), mit einem Holzstäbchen oder weichem Pinsel *hauchdünn* auf die Kontakte aufgetragen bzw. (an schwer zugänglichen Stellen mit einem Sprühröhrchen gezielt) gesprüht. Schichten aus Oxyden und Sulfiden, die sich im Laufe der Zeit auf den Kontakten gebildet haben und stets hohe Kontaktwiderstände hervorrufen, werden dann ebenso wie verharzte Öle und Fette chemisch aufgelöst und durch Abreiben oder mehrmaliges Schalten beseitigt.

Cramolin-Sprühwäsche entfettet elektronische Bauteile und Kontakte, löst Silicon und verharzte Öle, schwemmt Schmutz, gelöste Oxyd- und Sulfidschichten weg und sorgt nach Abdunsten für blanke Oberflächen.

Cramolin ff (fettarm) löst sofort Schmutz, Fett sowie Oxydschichten und hinterläßt auf den gereinigten Teilen einen homogenen Schutzfilm, der beim kleinsten Kontaktdruck an den Kontaktpunkten sofort unterbrochen wird.

Cramolin-Super ist speziell dann angezeigt, wenn hochempfindliche Kunststoffe in Verbindung mit Metallen gereinigt werden sollen.

Kontakt 60 in Sprühdose mit 160 oder 75 cm^3 Inhalt (Kontakt-Chemie) ist ebenfalls ein lange bekanntes Reinigungs- und Pflegemittel z. B. für Drucktasten, Schiebeschalter, Schleifer an Drehkondensatoren, Röhrensockelstifte, Potentiometer und Tunerkontakte.

Kontakt WL ermöglicht beim Aufsprühen schnelles Waschen und Entfetten verschmutzter mechanischer und elektronischer Bauteile; es unterstützt im Bedarfsfall die Reinigungswirkung von Kontakt 60, indem es durch Abreiben oder mehrmaliges Schalten den gelösten Oxydschmutz wegschwemmt sowie verharzte Öle und Fette schnell und sicher entfernt.

Philips-Kontakt-Spray 815/CCS reinigt gleichfalls verschmutzte Kontakte, indem es Oxyde, Schwefelablagerungen und verhärtete Ölrückstände löst, ohne das Kontakt- und Isoliermaterial anzugreifen. Ein Schutzfilm

verhindert weitere Oxydbildungen und dient zugleich als nicht fettendes Gleit- und Schmiermittel.

Pril, Rei, Sidolin (alle drei im Waschmittelhandel erhältlich) sind als Spülmittellösungen ausgezeichnete Reinigungsmittel für die Frontplatten (oder Schutzscheiben) der Bildröhren. Man benutzt dazu am besten ein Fensterleder. Mit Pril oder Rei lassen sich außerdem verstaubte Kunststoffdeckrahmen (Bildmasken) und Kunststoffgehäuse gut reinigen. Die Lösung läßt man anschließend auf der Oberfläche auftrocknen, man verhindert dadurch ein statisches Aufladen des Kunststoffs. Keinesfalls sollten zum Reinigen Spiritus, Benzin oder ähnliche Mittel verwendet werden, da diese Spuren hinterlassen, die nur schwer zu entfernen sind.

2.34 Kontaktschutzmittel

Diese dienen dem vorbeugenden Schutz neuer – ausgewechselter – Kontakte, wo also ein Oxyd- oder Sulfidbelag noch nicht vorhanden ist und eine Reinigung daher entfällt. Ersatzkontakte, die möglicherweise längere Zeit auf Lager liegen, sollten vorbeugend schon gleich nach Auslieferung mit solchen Schutzmitteln behandelt werden.

Cramolin-Spezial bzw. *Cramolin-Spray B* wird häufig hierfür benutzt.

Kontakt 61 in Sprühdose oder als Konzentrat ermöglicht einen guten Schutz neuer Kontakte und elektromechanischer Triebwerkteile.

2.35 Isoliermittel

Neuerdings gibt es universell verwendbare Isoliermittel, die aus einer Dose mit Wirbeldüse versprüht werden. Sie verhindern bei richtiger (mehrmaliger) Anwendung elektrische Sprüherscheinungen und Funkenüberschläge, z. B. im Hochspannungsteil des Fernsehempfängers, und unterbinden Kriechströme sowie Überschläge an Isolatoren, Röhrensockeln usw.

Cramolin-Spray 3 S, als Isoliermittel auf Siliconbasis hauchdünn versprüht, haftet gut auf trockenen Oberflächen und greift weder Metalle noch Kunststoffe und Gummi an; es trocknet schnell, ohne zu verhärten.

Cramolin-Plastik, gleichfalls aufzusprühen, ist ein lufttrocknender farbloser Speziallack, der durch Erzeugung eines elastischen Schutzfilmes Antennenteile, Bauelemente und Schaltungsteile gegen Korrosion, Oxydation, Kriechströme sowie Kurz- und Feinschlüsse schützt; er gilt als witterungsbeständig und wasserabweisend. Hochspannungssprühen im Zeilentransformator bei 20 000 V wird einwandfrei beseitigt.

Plastik-Spray 70 (Kontakt-Chemie) erzielt als Luftlack die gleiche Wirkung; er isoliert, schützt, versiegelt, dichtet und gibt farblose elastische Überzüge.

Isolier-Spray 72 (Kontakt-Chemie) auf Siliconbasis ist ein zähflüssiges Isolieröl mit einer Durchschlagfestigkeit von 20 kV/mm. Isolier-Spray 815/PCS (Philips) ist ein gleichartiges Isoliermittel.

2.36 Kältemittel und Entfeuchter

Sprühbare Kältemittel haben sich im Service hervorragend bewährt, sie dienen – wenn man damit nacheinander verdächtige Bauelemente benetzt (siehe Abschnitt 4.23 Sonderprüfungen) – zur schnellen Ortung von schleichenden thermischen Fehlern und darüber hinaus zum Abkühlen von hitzeempfindlichen Bauelementen, wie Halbleitern und bestimmten Widerständen, bei Lötarbeiten.

Cramolin-Froster bringt Bauelemente oder Schaltungsteile augenblicklich auf Temperaturen bis zu −40 °C, so daß ein daran vorhandener und am Bildschirm erkennbarer Fehler durch diesen Kälteschock meist verschwindet oder gar nicht erst auftritt.

Kälte-Spray 75 (Kontakt-Chemie) übt als Kühlmittel bei thermischen Fehlern dieselbe Wirkung aus und verhindert auch Hitzeschäden während des Lötvorgangs.

Philips-Kälte-Spray ist gleichfalls an dieser Stelle zu nennen. Dabei sei auf das ein-

steckbare Plastikröhrchen verwiesen, das den Kältestrahl gezielt auch an schwer zugängliche Teile lenkt.

Entfeuchter, wie z. B. die Sprays *Cramolin-Naß-Ex* oder *Fluid 101* (Kontakt-Chemie), sind gleichfalls im Service sehr beliebt. Sie unterkriechen infolge ihrer extrem niedrigen Oberflächenspannung Wasser, verdrängen Nässe, normalisieren durch Feuchtigkeit, Dunst und Nässe veränderte elektrische Konstanten und Widerstandswerte und verhindern Kurzschlüsse, Oxydation sowie Korrosion.

2.37 Flußmittel

Vorbemerkung: Soll das Lötzinn einwandfrei fließen, so muß man ein Flußmittel verwenden, das die zu verlötenden Metalle zuverlässig reinigt und vor allem sämtliche Fettspuren wegbeizt. In dem sogenannten Kolophoniumlötdraht[1]) ist sowohl das Lötzinn als auch das Flußmittel vorhanden. Allerdings reicht die geringe Menge Kolophonium, die man mit dem Lötzinn aufnimmt, gerade zum Beizen neuer Lötstellen aus; sie genügt aber nicht zum Behandeln alter Lötstellen, mit denen es der Servicetechniker wohl in den meisten Fällen zu tun hat. Aus diesem Grunde ist es üblich, zusätzlich Lötfett (Lötpaste) zu benutzen. Da die handelsüblichen Lötfette in der Regel als „säurefrei" angeboten werden, kann man fast immer eine bedeutende Sorglosigkeit bei deren Verwendung beobachten, mit dem Erfolg, daß die gelöteten Metallteile, besonders alle feineren Drähte, später oxydieren.

Diese Tatsache ergibt sich aus folgendem: Die Bezeichnung „säurefrei" besagt nur, daß das Lötmittel keine *freien* anorganischen Säuren enthält, wohl aber *bilden sich während des Lötens*, wenn auch noch so schwach, *Säuren*, die notwendig sind, um die auf dem Metall vorhandene Oxydhaut zu beseitigen. Nach der Lötung bleibt dann oft überschüssige Säure übrig, die nun die unangenehme Oxydation bzw. Verschmutzung herbeiführt und durch einen elektrolytischen Prozeß die Haltbarkeit der Lötstelle herabsetzt.

Man sollte es sich daher zum Grundsatz machen, stets mit so wenig Lötfett wie möglich auszukommen und nachträglich die Lötstellen gut zu reinigen.

Dies kann mit einem sauberen Lappen geschehen oder mit Hilfe eines kleinen Haarpinsels, den man in Tetrachlorkohlenstoff oder Trichloräthylen (Werkstattbezeichnung Tri) taucht. Lötfett beim Verzinnen von HF-Litze ist unbedingt zu vermeiden.

Kolophonium, in Alkohol gelöst, ist ein gutes Flußmittel für alle feineren Lötarbeiten.

Löthonig (Otto J. Hitzfeld) ist die Weiterentwicklung des bereits bekannten „Lötmittels in der Tube". Es kann beim Löten exakt dosiert werden und übertrifft die Eigenschaften reinen Kolophoniums.

2.38 Fette und Öle

Kontaktfett, zum Beispiel *Siemens-Wählerfett*, wird bisweilen als Oberflächenschutz für elektrische Kontakte benutzt.

Nähmaschinenöl (harz- und säurefrei) wird für Lagerstellen Skalenantriebe, Schallplattenlaufwerke usw.) benutzt.

Vaseline (Lanolin) nimmt man zum hauchdünnen Bestreichen von rostempfindlichen Metallteilen, ferner zum Einfetten von Gleitachsen (-schienen) für Skalenzeiger usw.

In diesem Zusammenhang sei noch auf das Schmiermittel-Sortiment OFS 2 von Philips hingewiesen. Es enthält die wichtigsten Fette und Öle in praxisgerechter Tuben-Ausführung.

[1]) Einwandfreie, d. h. korrosionsfreie Kolophoniumlötdrähte mit Beizwirkung sind z. B. Fluitin S von der Firma Classen Metall, ferner Elsold A 2 bzw. A 3 – für ganz hochwertige Lötstellen Elsold C – vom Bleiwerk Goslar. Derselbe Hersteller liefert neuerdings auch das Speziallot Elsold Cp für die Miniaturlöttechnik (keine Störungen durch abfallende Kollophoniumteilchen).

2.39 Mittel zur Oberflächenbehandlung

Holzgehäuse aufarbeiten:

Grundsätzliche Ausführungen darüber werden im Abschnitt 4.75 gebracht.

Beize, in verschiedenen Färbungen. Das Auftragen erfolgt großflächig mit breitem Pinsel in schnellen, ausholenden Bewegungen, nachdem die Holzfläche in Richtung der Faser mit Sandpapier (Körnung 100 ... 150, je nach Holzart) abgeschliffen, mit einem feuchten Lappen nachgerieben und in trockenem Zustand abermals – jedoch mit feinstem Sandpapier (Körnung 180) – nachgeschliffen wurde.

Petroleum ist ein Hausmittel, mit dem man Wasserflecke auf Polituren beseitigen kann (kräftiges Einreiben).

Weißes Wachs, gelöst in Terpentinöl, beseitigt blinde Stellen auf Polituren, wenn man sie mit diesem Mittel ausbürstet und nachher mit einem wollenen Lappen poliert.

Holz- und Kunststoffgehäuse reinigen und polieren:

Philips-Polier-Spray 815/IPS mit Silikone und Carnauba-Wachs reinigt alle glatten und polierten Oberflächen (Holz, Kunststoff, Metall) und bringt sie gleichzeitig auf Hochglanz.

Politur 80 (Kontakt-Chemie) mit Silikon reinigt und poliert die Gehäuseoberflächen in einem Arbeitsgang.

Antistatik-Spray 100 (Kontakt-Chemie) und Philips-Antistatic-Spray 815/ASS schützen Kunststofferzeugnisse sowie hochglanzpolierte Holzoberflächen vor statischen Aufladungen und dadurch verursachter Staubbildung. Man kann auch die Frontplatte oder Schutzscheibe der Bildröhre damit behandeln.

Aluminium mattieren:

Terpentinöl oder Seifenwasser mit Stahlwolle oder Stahlwatte verrieben, läßt eine saubere, matte Aluminiumoberfläche entstehen.

Aluminium blank beizen:

Als Beizflüssigkeit für Aluminium verwendet man eine 50 ... 80 °C heiße 10 ... 20%ige Natronlauge in einem Stahlbehälter. Die Beizung ist in 1 ... 2 Minuten beendet. Sofort nach dem Beizen wird der Gegenstand gründlich in kaltem, fließendem Wasser gespült und zum Neutralisieren der Beizreste kurzzeitig in einen Steingutbehälter mit 10 ... 20%iger Salpetersäure getaucht. Nach diesem Tauchbad muß man den Gegenstand nochmals in fließendem Wasser spülen und in warmen Sägespänen oder mit Warmluft rasch trocknen, um Wasserflecke zu vermeiden. Kupferhaltige Aluminiumlegierungen bekommen beim Beizen in der Natronlauge einen schwarzen Belag, siliziumhaltige Aluminiumlegierungen einen grauen Belag. Der Belag verschwindet nach dem Neutralisieren mit konzentrierter Salpetersäure.

Bei allen diesen Arbeiten Sicherheitsvorschriften beachten; d. h. Arbeitsraum gut belüften, Gummihandschuhe und Augenschutz verwenden.

Kupfer- oder Messingteile vor Blindwerden schützen:

Zaponlack, als Schicht auf das zu schützende Teil aufgetragen, verhindert das Eindringen von Staub und das dadurch verursachte Blindwerden.

Cramolin-Plastik und *Kontakt 70* sind hier gleichfalls zu nennen.

Cramolin-Lötlack dient in erster Linie dazu, die Leiterbahnen gedruckter Schaltungen vor späterer Verschmutzung und Oxydation zu schützen; er wird unmittelbar nach dem Ätzen der Platinen bzw. nach Reparaturen aufgesprüht. Seine weitere Eigenschaft, auch als Lötflußmittel zu wirken, erweist sich als Vorteil, wenn die Leiterbahnen bereits korrodiert sind und man gewöhnlich nur mit äußerster Mühe löten kann, weil dabei die Leiterbahnen leicht überhitzt werden, so daß sie sich u. U. von der Platine lösen.

Lötlack SK 10 (Kontakt-Chemie) und *Löt-Schutzlack* (Zeva) sind von gleicher Güte und Wirkung.

Statische Abschirmungen aufbessern:

Graphit-Spray 33 (Kontakt-Chemie) dient zur Ausbesserung schadhafter Abschirmun-

gen, wie z. B. an Bildröhren; es haftet gut auf Glas, Kunststoffen und anderen glatten Oberflächen.

Achtung: Spraydosen dürfen keiner großen Wärme (Ofennähe, Sonnenbestrahlung usw.) ausgesetzt werden. Scheinbar leere Spraydosen darf man auch nicht in heiße Aschenkästen oder gar ins Feuer werfen; sie könnten durch die noch vorhandenen Treibgase leicht explodieren und erheblichen Schaden anrichten. In jedem Fall sind beim Umgang mit Sprays die jeweiligen Herstellerhinweise zu beachten!

2.4 Meß- und Prüfgeräte

2.41 Einführung

Mit dem Beginn des Fernsehens im Jahre 1953 und erst recht mit der Einführung des Farbfernsehens im Jahre 1967 mußten die Werkstätten wesentlich besser mit Prüf- und Meßgeräten ausgestattet werden als zuvor, wo es galt, lediglich Empfänger für den Hör-Rundfunk zu prüfen und instandzusetzen. Die Anzahl der benötigten Meßgeräte wuchs, die Anforderungen an ihre Qualität nahmen ständig zu. Zu den Wünschen nach möglichst universeller Verwendung kamen die der schnellen Einsatzbereitschaft und funktionsgerechten Bedienung. In diesem Kapitel sollen im Gefolge der herkömmlichen Vielfach-Meßinstrumente die für den Fernseh-Service gebräuchlichsten elektronischen Meßgeräte, einschließlich der für das Farbfernsehen, behandelt werden. Von Spezialausführungen, die mehr für Entwicklungsstellen und Prüffelder gedacht sind, sei hier abgesehen.

Ein zeitgemäßer Meßsatz für den Fernseh-Service umfaßt:

Vielfach-Meßinstrument
Elektronisches Voltmeter
Service-Oszillograf
Fernsehsignal-(Farbsignal-)Generator

Dieser Meßsatz, der je nach Aufbau und Güte der Einzelgeräte zwischen 2700 und 3500 DM kostet, ermöglicht es dem Servicetechniker, schon fast alle vorkommenden Fehler an Schwarzweiß- und Farbfernsehempfängern zu orten und zu beheben, wobei der Farbsignalgenerator auch zum Vorführen, Aufstellen und Überprüfen der Empfänger dient. Der Oszillograf wird vorwiegend für Impulsuntersuchungen verwendet. Wer sich mit Abgleicharbeiten befaßt, braucht zusätzlich zum Oszillografen einen

Wobbelsender.

Der früher recht beliebte Fernsehsignal-(Bildmuster)-Generator für Schwarzweißempfänger wird mehr und mehr vom Farbsignalgenerator verdrängt, weil sich dieser sowohl für Farb- als auch für Schwarzweißempfänger verwenden läßt.

In größeren und in Spezialwerkstätten haben auch integrierte Meßgeräte Bedeutung, z. B. ein Universal-Wobbel-Meßplatz.

In einem weitergesteckten Rahmen sind noch einige Sondergeräte für individuelle oder ganz spezielle Prüfmethoden zu nennen, wie zum Beispiel:

Signalverfolger
Wellenmesser (grid-dip-meter)
Bildröhren-Prüfgerät
Transistor-Prüfgerät

Servicebetriebe, die gleichzeitig oder gar ausschließlich Antennenanlagen errichten und betreuen, verfügen natürlich auch über entsprechende Antennen-Meß- und Prüfeinrichtungen.

Im folgenden sollen nun die einzelnen Geräte näher beschrieben werden, wobei wir aus Gründen der Anschauung und der Vergleichsmöglichkeit mit den Vielfach-Meßinstrumenten beginnen wollen.

2.42 Vielfach-Meßinstrumente

Vielfach-Meßinstrumente mit Strom- und Spannungsmeßbereichen für Gleich- und Wechselstrom haben ihren besonderen Vorteil bei raschen und orientierenden Messun-

gen in der Werkstatt und Außenpraxis; sie sind handlich im Gebrauch und ersparen durch ihre universelle Anwendungsmöglichkeit die Anschaffung mehrerer Einzelinstrumente. Manche dieser Geräte gestatten auch die Messung von Widerständen.

Das Gehäuse aus Preßstoff enthält das eigentliche Meßwerk (Drehspulsystem mit Zeiger und Skala, eine Reihe von Vor- und Parallelwiderständen, einen oder mehrere Wahlschalter, für Wechselstrom(spannungs) messungen einen Meßgleichrichter (meist Kupferoxydul-Gleichrichter in Brückenschaltung) und für Widerstandsmessungen eine auswechselbare Batterie.

Die Meßbereich- und Skalenteilungen weichen im Rahmen der Norm (DIN 43 701) je nach Fabrikat und Ausführung voneinander ab. Für Drehspulinstrumente kommt im Gleichstrombereich fast allgemein eine linear geteilte Skala in Frage. Im Wechselstrombereich schwankt der Skalenverlauf je nach Aussteuerung der Gleichrichterkennlinie zwischen einer annähernd linearen und einer fast quadratischen Charakteristik.

Für zusätzliche Erweiterungen der Meßbereiche bzw. Anwendungsmöglichkeiten dienen ansteckbare Vorsatzgeräte.

Der *Anzeigefehler*, bezogen auf den Skalenendwert, beträgt bei den im Service gebräuchlichen Ausführungen für Gleichstrom $\pm$ 1 ... 2,5 %, für Wechselstrom $\pm$ 1,5 ... 3,5 %. Der ungünstigere Wert bei Wechselstrom hängt mit den Streuungen der Kennlinie der Meßgleichrichter zusammen.

Achtung! Die Fehlerangabe in Prozenten vom Skalenendwert hat zur Folge, daß der absolute Anzeigefehler – bei einem Gerät mit linearer Skala bezogen auf den jeweiligen Meßwert – *um so größer wird, je kleiner der Zeigerausschlag ist.* Beträgt die Anzeigegenauigkeit bei einem Endwert von 100 V zum Beispiel + 1,5 %, d. h. 1,5 V, so bedingen diese 1,5 V bei dem Teilwert 50 V einen prozentualen Fehler von 3 %, bei dem Teilwert 20 V einen Fehler von 7,5 % und bei dem Teilwert 10 V einen Fehler von 15 %.

Wir sollten also aus diesen Gründen immer jenen Meßbereich wählen, bei dem die Ablesung möglichst im oberen Skalendrittel erfolgen kann.

Das Meßwerk eines Instrumentes ist durch die unten stehenden Daten gekennzeichnet.

Der charakteristische Widerstand hat sich für Berechnungszwecke in zunehmendem Maße eingebürgert. Ist dieser Wert bekannt, so lassen sich daraus durch einfache Umformungen für jeden beliebigen Meßbereich alle interessierenden Daten ermitteln. Hierzu einige Beispiele:

1. Ein Instrument mit einem charakteristischen Widerstand r_{ch} von 500 Ω/V habe einen Meßbereich von 15 V. Durch Multiplikation von r_{ch} mit dem Spannungsbetrag bei Vollausschlag U_v ergibt sich im Meßbereich der Instrumentenwiderstand zu

$$R_i = U_v \cdot r_{ch} = 15\,\text{V} \cdot 500\,\frac{\Omega}{\text{V}} = 7500\,\Omega$$

2. Wenn der Instrumentenwiderstand R_i mit 6000 Ω und der Spannungsbetrag bei Vollausschlag U_v mit 6 V bekannt sind und wir den Wert r_{ch} bestimmen wollen, so dividieren wir R_i durch U_v

$$r_{ch} = \frac{R_i}{U_v} = \frac{6000\,\Omega}{6\,\text{V}} = 1000\,\Omega/\text{V}$$

3. Ist für den Vollausschlag beispielsweise ein Strom I_v = 2 mA notwendig, dann beträgt der Kehrwert

$$\frac{1}{I_v} = \frac{1}{0{,}002\,\text{A}} = \frac{500}{1\,\text{A}} \triangleq 500\,\Omega/\text{V}$$

Eigenwiderstand der Drehspule	R_{sp} (Ω)
Strom bei Vollausschlag	I_v (A)
Spannung an der Drehspule bei Vollausschlag	U_{sp} (V)
Charakteristischer Widerstand (r_{ch})	R_{sp} (Ω)
(r_{ch} entspricht $\frac{1}{I_v}$, dem Kehrwert des Stromes für Vollausschlag)	U_{sp} (V)

Charakteristischer Widerstand Ω/V	Strom bei Vollausschlag mA	Strom bei Vollausschlag µA	Charakteristischer Widerstand Ω/V	Strom bei Vollausschlag mA
1 000 000	0,001	1	5 555	0,18
100 000	0,01	10	2 000	0,5
50 000	0,02	20	1 000	1,0
40 000	0,025	25	833	1,2
20 000	0,05	50	500	2,0
10 000	0,1	100	333⅓	3,0

100 µA entsprechen einem charakteristischen Widerstand r_{ch} von 10 000 Ω/V. Die empfindlichsten Drehspulsysteme weisen Vollausschlag bei 1 µA auf; r_{ch} beträgt also 1 000 000 Ω/V = 1 MΩ/V.

Die obige *Tabelle* zeigt in einer Gegenüberstellung die häufigsten Werte für den charakteristischen Widerstand und den Strom bei Vollausschlag.

Da die Daten des Meßsystems einen Kompromiß zwischen der Forderung nach geringem Spannungsabfall bei Strommessungen und geringem Strombedarf bei Spannungsmessungen darstellen, muß stets eine mehr oder minder große Verfälschung des Meßwertes durch das Instrument in Kauf genommen werden (siehe Abschnitt 3.2).

Die überschlägige Beurteilung einer Verfälschung kann entweder nach dem Strombedarf des Instrumentes (verglichen mit dem Strom durch den Widerstand, an dem gemessen wird) erfolgen, oder man vergleicht den Eigenwiderstand des Instrumentes in dem gewählten Meßbereich mit der Größe des Widerstandes, an dem die Spannungsmessung ausgeführt wird. Je niedriger der Spannungsbereich gewählt wird, um so geringer ist der Eigenwiderstand des Meßinstrumentes und um so stärker wird die Belastung der Spannungsquelle. Mit dem Ausdruck Ω/V läßt sich – wie gezeigt – für jeden Spannungsbereich durch Multiplikation der Gesamtwiderstand in diesem Bereich leicht errechnen.

Nachstehende *Tabelle* zeigt die Abhängigkeit des gesamten Instrumentenwiderstandes R_i in kΩ von dem charakteristischen Widerstand in Ω/V und dem eingeschalteten Meßbereich.

Man erkennt hieraus die großen Vorzüge der sogenannten hochohmigen Instrumente (ab 3333 Ω/V), die das Meßobjekt verhältnismäßig gering belasten und in den hohen Meßbereichen schon die Güte der elektronischen Voltmeter erreichen.

An dieser Stelle sei noch bemerkt, daß sich bei einigen niederohmigen Meßgeräten der zum Meßwerk parallel liegende Widerstand (Shunt) abschalten läßt. Das Meßwerk ist dann (eventuell über einen Schutzwiderstand) direkt zugänglich, so daß unter Zwischenschaltung eines Außenwiderstandes auch hochohmigere Messungen durchführbar sind.

R_i (kΩ) in den Bereichen:

Ω/V	600 V	300 V	150 V	60 V	30 V	6 V
333	200	100	50	20	10	2
500	300	150	75	30	15	3
833	500	250	125	50	25	5
1 000	600	300	150	60	30	6
3 333	2 000	1 000	500	200	100	20
10 000	6 000	3 000	1 500	600	300	60
20 000	12 000	6 000	3 000	1 200	600	120
25 000	15 000	7 500	3 750	1 500	750	150
33 333	20 000	10 000	5 000	2 000	1 000	200
50 000	30 000	15 000	7 500	3 000	1 500	300
100 000	60 000	30 000	15 000	6 000	3 000	600

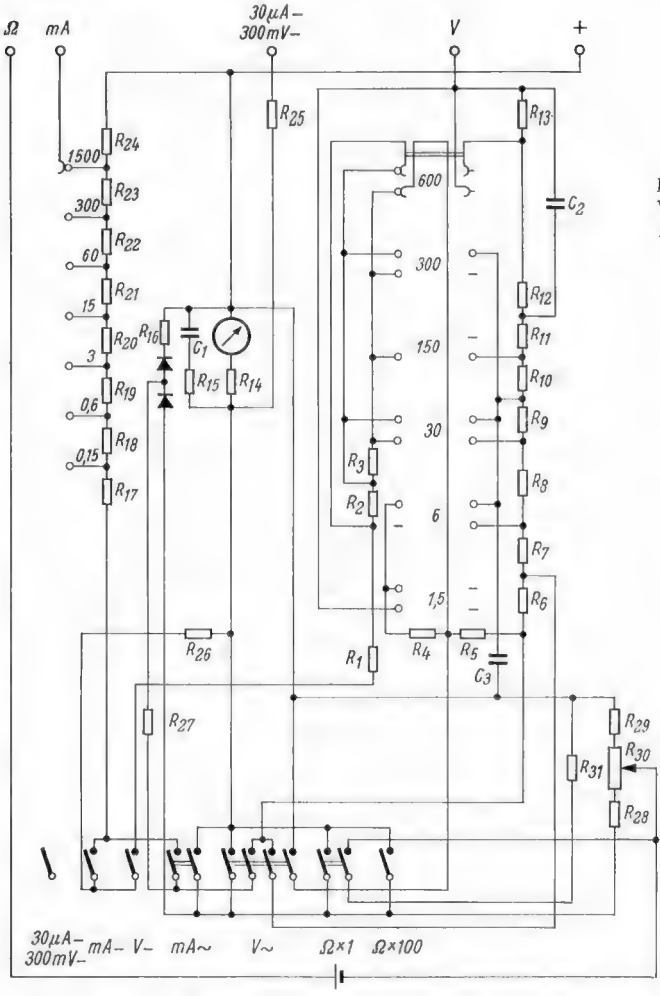


Bild 2.42–1 Prinzipschaltbild des Vielfachmeßinstrumentes Multavi HO (Hartmann & Braun)

So beträgt z. B. der charakteristische Widerstand beim *AEG-Universalmesser UM* im 60-mV-Bereich 10 000 Ω/V statt 1 000 Ω/V wie in den anderen Bereichen. Ein ansteckbarer Vorwiderstand erlaubt auf diese Weise Messungen in den Bereichen 30/300 V mit dem 10fachen des normalen charakteristischen Widerstandes.

In den Wechselspannungsbereichen ist sowohl die Kurvenform als auch die Frequenz der zu messenden Spannung zu beachten. Die Kurvenform darf nicht wesentlich von der Sinuslinie abweichen, und bei ansteigender Frequenz ergeben sich zusätzliche Fehler, da der Meßgleichrichter, die Vor- und Nebenwiderstände und das Meßsystem selbst mit Induktivität und Kapazität behaftet sind.

Messungen bei Netzfrequenz sind aber ohne weiteres durchführbar. Auch bei den häufig benutzten Meßfrequenzen 400, 800 und 1000 Hz (Tongenerator) treten noch keine Meßwertverfälschungen ein, sofern die Tonfrequenzspannung einigermaßen sinusförmig ist.

Sollen bezüglich der Genauigkeit im Tonfrequenzgebiet höhere Ansprüche befriedigt werden, so muß man ein Meßgerät mit

Thermostromwandler oder Germaniumdiode wählen, das einen wesentlich erweiterten Frequenzbereich zuläßt.

Wechselspannungsmessungen im Kippteil eines Fernsehgerätes lassen sich mit den üblichen Vielfachinstrumenten nicht durchführen. Die Bildkippfrequenz bleibt zwar mit 50 Hz ausreichend niedrig, es handelt sich aber fast ausnahmslos um einen sägezahnförmigen Spannungsverlauf oder um impulsartige Spannungen, die vom Vielfach-Meßinstrument völlig falsch angezeigt werden. Bei kurzen Impulsen kann beispielsweise die Spitzenspannung mehrere hundert Volt groß sein, obgleich wir am Instrument vielleicht nur 30 V ablesen.

Gegen Überlastung sind die Drehspulmeßwerke der Vielfachinstrumente verhältnismäßig wenig empfindlich. Kurzzeitige Überlast bis zum Mehrfachen des eingestellten Meßbereiches führt in Stellung Gleichstrom im allgemeinen noch nicht zu einer Zerstörung. Im Wechselstrombereich kann eine 1,5- bis 2fache Überlast, je nach Art des verwendeten Gleichrichters, schon zu erheblichen Schäden oder Zerstörungen führen.

Man sollte es sich daher zur Regel machen, *grundsätzlich* das Meßinstrument nach Gebrauch *auf den höchsten Spannungsmeßbereich* zu schalten sowie jede Messung *mit dem höchsten Bereich zu beginnen* und erst dann stufenweise herunterzuschalten, wenn man sich überzeugt hat, daß keine Gefahr für das Instrument besteht.

Abschließend soll **Bild 2.42–1** als Prinzipschaltung des weitverbreiteten *Multavi HO* zeigen, wie kompliziert die Schaltung eines solchen harmlos erscheinenden Instrumentes ist, ganz zu schweigen vom mechanischen Aufwand.

2.43 Elektronische Voltmeter

Röhren- und Transistorvoltmeter gehören begriffsmäßig zu den elektronischen Voltmetern. Sie unterscheiden sich von den vorbesprochenen Vielfachinstrumenten durch die zusätzliche Verwendung von aktiven Bauelementen zum Verstärken der Meßspannung und zum Anliefern der Leistung zur Steuerung des Meßwerkes. Die elektronischen Voltmeter haben daher einen sehr hohen Eigenwiderstand und erfordern trotzdem kein mechanisch so empfindliches Meßwerk wie die hochohmigen Vielfachinstrumente.

Wegen der geringen Dimensionen des aktiven Teiles ähneln Transistorvoltmeter häufig den Vielfachinstrumenten, dennoch gehören sie zu den elektronischen Voltmetern.

Die angebotenen für den Fernsehservice hergestellten Ausführungen sind durchweg Universaltypen für Messungen von Gleich-, Nf- und Hf-Spannungen im Frequenzbereich von ca. 30 Hz bis 100 (250) MHz. Die Gleichrichtung der Wechselspannungen erfolgt über eine Diodenschaltung im Gerät. Für Hf-Spannungen wird, um die kapazitive Belastung des Meßobjektes (beispielsweise von Schwingkreisen) geringzuhalten, ein besonderer Dioden- oder auch ein Spannungsteiler-Tastkopf verwendet.

Die Meßbereiche sind gestaffelt und beginnen bei ca. 0,1 bis 0,3 V. Der Eingangswiderstand liegt bei Gleichspannungsmessungen bis zu 1000 V etwa zwischen 10 und 100 MΩ. Da diese Werte weitgehend unabhängig von den Meßbereichen sind, also auch für die niedrigen Bereiche gelten, ist das elektronische Voltmeter hinsichtlich der Belastung der Spannungsquelle auch den hochohmigsten Vielfach-Meßinstrumenten überlegen. Bei Wechselspannungen wird der Eingangswiderstand (Impedanz) durch die Eingangskapazität bestimmt, die ca. 10 pF beträgt. Die Genauigkeit, bezogen auf den Skalenendwert, ist dagegen teilweise etwas geringer, je nach Verwendung bei Gleich- oder Wechselspannungen.

Für die Messung der Bildröhren-Anodenspannung wird ein Hochspannungsmeßkopf benutzt, der zusammen mit dem Eingangswiderstand des elektronischen Voltmeters einen hochohmigen Spannungsteiler darstellt. Hierdurch erweitert sich der Meßbereich auf 25 oder 30 kV bei einem Eingangswiderstand von ca. 1000 MΩ **(Bild 2.43–1).**

Bild 2.43–1 Hochspannungs-Meßkopf

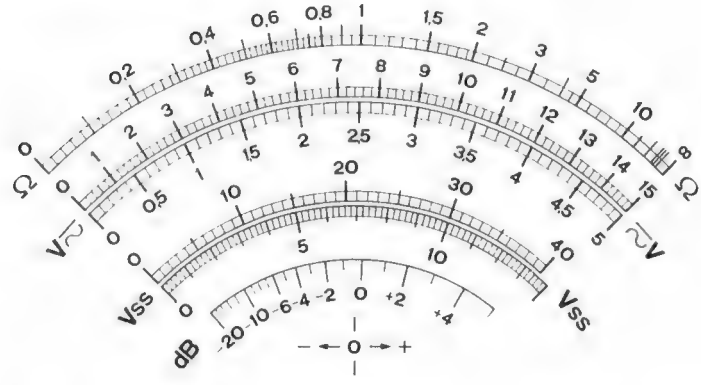


Bild 2.43–2 Skalen des Teletest-Röhrenvoltmeters RV 12 (A. Klemt)

Mit den meisten Vielfach-Meßinstrumenten lassen sich auch Widerstandsmessungen durchführen, und zwar – mehrfach unterteilt – bei Skalenmittenwerten von ca. 10 Ω bis zu mehreren MΩ. Wir können damit praktisch alle vorkommenden Widerstandsprüfungen durchführen, wobei die Messung von Hochohmwiderständen besonders wichtig ist.

Einige Modelle besitzen Dezibel-Skalen für Dämpfungs- und Verstärkungsmessungen. **Bild 2.43–2** zeigt als Beispiel die Skalen des Teletest-Röhrenvoltmeters RV 12. Als Besonderheit ist die Skala für V_{ss} zu erwähnen.

Neben den Vorteilen der Hochohmigkeit und der Verwendungsmöglichkeit im Bereich hoher Frequenzen zeichnen sich die elektronischen Voltmeter noch durch eine relativ große Überlastbarkeit und Unempfindlichkeit gegen falsches Antasten aus. So kann beim Gebrauch der Prüfspitze infolge des gedrängten Aufbaues der Einzelteile und der engen Nachbarschaft der Lötstellen im Chassis einmal sehr leicht versehentlich eine weit höhere Spannung, als dem Meßbereich entspricht, angetastet werden. Bei einem hochohmigen Drehspulinstrument würde sich in diesem Falle der Zeiger „um die Achse wikkeln"; das elektronische Voltmeter kann hingegen diesen Spannungsstoß vertragen, da es elektronisch begrenzt wird.

Bei den meisten Röhrenvoltmetern ist die Buchse für das Null-(Erd-)Potential mit dem Gehäuse verbunden, wodurch über den Schukostecker die Meßspannung einseitig an Netzerde gelangt. Diese „Zwangserdung" kann bei „hochliegenden" Meßpunkten zu Fehlmessungen oder Kurzschlüssen führen, wenn etwa das Chassis des Fernsehgerätes – trotz Trenntransformator – über ein anderes Meßgerät und dessen Schukostecker bereits an der Netzerde liegt. In solchen Fällen erweist sich die Benutzung eines netzunabhängigen Transistorvoltmeters oder hochohmigen Vielfach-Meßinstrumentes als vorteilhaft.

Bei den neuerdings aufkommenden *Digitalvoltmetern* wird der Meßwert durch – meist 30 mm hohe – (Glimm-)Ziffernanzeigeröhren wiedergegeben. Der große Vorteil dieses Verfahrens liegt neben der unmittelbaren Anzeige ohne Bereichsumschaltung in

der hohen erzielbaren Meßgenauigkeit. Je nach Ausführungsform werden bei den handelsüblichen Digitalvoltmetern drei bis vier Dezimalstellen angezeigt. Notwendig ist eine derartig hohe Genauigkeit an Stellen, an denen Spannungen auf $^0/_{00}$ (Promille) genau eingestellt werden müssen (z. B. Diodenabstimmung). Nachteilig ist zur Zeit noch der bedeutend höhere Preis gegenüber Zeigerinstrumenten.

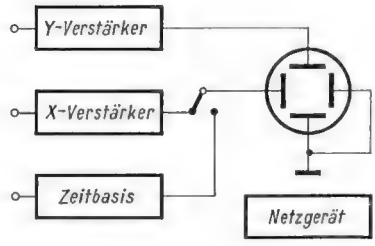


Bild 2.44–1 Blockschaltbild eines Service-Oszillografen, stark vereinfacht

2.44 Fernseh-Service-Oszillografen

Der Fernseh-Service-Oszillograf als weiteres elektronisches Meßgerät dient der *Sichtbarmachung* von Meßgrößen. Sein Nutzen in der Servicewerkstatt ist so groß, daß man auf ihn keinesfalls verzichten kann. Er gestattet die Signalverfolgung vom Videogleichrichter bis zur Bildröhre. Ferner lassen sich mit ihm die verschiedensten Fehler im Kippteil einkreisen und bestimmen, indem man die angezeigten Impulse mit den in den Schaltunterlagen (Impulsplänen) abgebildeten vergleicht und gegebenenfalls aus den Amplitudenhöhen die Spannungsgrößen (V_{ss}) ermittelt. Schließlich kann man im Bereich des Fernsehservice am Oszillografen in Verbindung mit einem Wobbler die Durchlaßkurven (Hf-Stufe, Bild-Zf-Teil, Ton-Zf-Teil) sowie die S-Kurve des Ratiodetektors sichtbar machen.

Als Oszillografen für die Fernsehwerkstatt braucht man zwar keine kostspieligen Labortypen, doch sind auch an die für Servicezwecke geschaffenen Geräte bestimmte Mindestanforderungen zu stellen. Die Auswahl an gut durchkonstruierten und zuverlässigen Modellen ist heute schon recht groß. Obwohl diese Typen grundsätzlich gleichartig aufgebaut sind, zeigen sich im Vergleich doch hier und da feinere Unterschiede. Alle Vorteile sind selten vereint, man muß daher versuchen, für den gedachten Verwendungszweck und den maximal zu Verfügung stehenden Etat das am besten geeignete Gerät zu finden.

Das *Blockschema* eines Oszillografen zeigt **Bild 2.44–1**. Es ist mit Absicht stark vereinfacht und soll lediglich die nachstehenden Ausführungen verständlicher machen. Ein detailliertes Schema wird später wiedergegeben.

Betrachtet man einen Oszillografen, so ist am augenfälligsten die *Elektronenstrahlröhre* – im folgenden kurz *Sichtröhre* genannt. Ein Schirmdurchmesser der Sichtröhre von 7 cm ist für den Service als ausreichend anzusehen. Für die Darstellung von Durchlaßkurven wäre jedoch ein Schirm mit 13 cm ⌀ wünschenswert, da die Feinheiten der Kurve und Formveränderungen während des Abgleichs bei größerer Abbildung naturgemäß besser zu erkennen sind. Oszillografenröhren mit rechteckigem Bildschirm nutzen die Tatsache aus, daß in vielen Fällen eine längere Zeitbasislinie (Dehnung) wichtiger ist als eine größere Amplitude des Oszillogramms.

Moderne Sichtröhren sind fast alle mit einer *Nachbeschleunigungselektrode* ausgerüstet, da es mittels Nachbeschleunigung gelingt, hohe Ablenkempfindlichkeit mit großer Leuchtdichte zu vereinigen. Die meisten Sichtröhren haben einen *Planschirm* (p); er weist gegenüber dem gewölbten Schirm (w) geringere Parallaxe bei der Ablesung auf, ferner ist die Größe der nutzbaren Schirmfläche erhöht und eine leichtere Befestigung von Skalen, Rasterscheiben, Kontrastfiltern und dgl. möglich. Praxisgerecht ist eine abschalt- oder regelbare Flutlichtbeleuchtung der Rasterscheibe. An der Frontplatte vor dem Bildschirm sind vielfach Gelenke zum

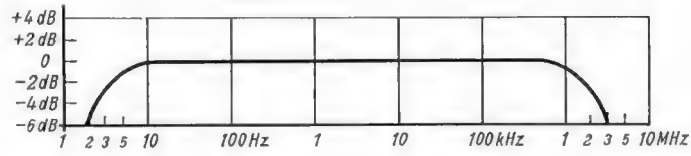


Bild 2.44–2 Frequenzgang eines Y-Verstärkers

Anbringen eines aufklappbaren Tubus vorgesehen, um Fremdlicht abzuschirmen und damit den Kontrast zu erhöhen. Den gleichen Vorzug bieten Oszillografen mit zurückgesetzten Sichtröhren. Die Sichtröhre ist durch einen Mumetallzylinder gegen magnetische Einflüsse abgeschirmt. Mechanische Erschütterungen fängt eine Schaumgummilagerung ab.

Die Brauchbarkeit eines Oszillografen für den Fernseh-Service und erst recht für den Farbfernseh-Service hängt in erster Linie von der *Güte des Vertikalverstärkers* ab, der vielfach auch mit Meß- oder Y-Verstärker bezeichnet wird. Maßgebend sind der Frequenzumfang und der Phasengang.

Ein Videosignal z. B. enthält Schwingungen mit Frequenzen bis zu 5 MHz, auch die Impulse im Horizontal-Ablenkteil des Fernsehempfängers enthalten Oberwellen bis in die Größenordnung von einigen MHz. Beim Farbfernsehen kommt der Farbträger mit seiner Frequenz von 4,43 MHz hinzu, die noch keinen merklichen Amplitudenabfall aufweisen darf. Wird z. B. ein Meßverstärker mit einer Bandbreite von 5 MHz angegeben, **(Bild 2.44–2)** so ist die Verstärkung für diese Frequenz definitionsgemäß bereits um 3 dB oder auf 71 % des Maximalwertes abgesunken. Bei 4,5 MHz fehlen mit einem Verstärkungsrückgang von ca. 2,5 dB immerhin noch 25 % vom Wert der Maximalamplitude. Da Amplitudenunterschiede von 1 dB bzw. 10 % an einem guten Oszillografen bereits sicher zu erkennen sind, sollte ein Oszillograf für den Farbfernseh-Service bei 5 MHz keinen größeren Abfall als 1 dB aufweisen. Für einfache Signalverfolgungszwecke braucht man allerdings nicht so anspruchsvoll zu sein.

Noch wichtiger als die Bandbreite ist der *Phasengang* des Oszillografen. Wird dieser bei der Konstruktion des Verstärkers nicht richtig ausgelegt, so treten Impulsverformungen auf, die Messungen im Kippteil unmöglich machen, zumindest aber stark verfälschen.

Die Güte des Verstärkers läßt sich beurteilen, wenn man ihm Rechteckimpulse zuführt und auf dem Sichtschirm des Oszillografen beobachtet, welche Formabweichungen auftreten. Die Kriterien in diesem Fall sind die Anstiegszeit, die Dachschräge und das Überschwingen.

Unter *Anstiegszeit* t_a definiert man die Zeit, die der Elektronenstrahl benötigt, um auf dem Sichtschirm einen unendlich schnellen Spannungssprung abzubilden, genauer gesagt, um bei einem idealen Rechteckimpuls von 10 % auf 90 % der Maximalamplitude anzusteigen (oder Abfallzeit von 90 % auf 10 %). **Bild 2.44–3** veranschaulicht diesen Vorgang. Die ideale Rechteckschwingung von Bild A wird in B a) noch gut wiedergegeben. Das Teilbild B b) zeigt eine noch tragbare Anstiegsverzögerung, während in B c) die Anstiegszeit zu groß ist.

Da sich nach Fourier jede Rechteckwelle in eine sinusförmige Grundschwingung und eine große Anzahl ganzzahliger Harmonischer davon zerlegen läßt, ist die Anstiegszeit des Oszillografen direkt ein Maß für die Bandbreite des Meßverstärkers. Wird beispielsweise eine Rechteckschwingung von 500 kHz angelegt, so muß der Verstärker noch die 10. Harmonische (9. Oberwelle), also 5 MHz durchlassen, damit die Kurve nur wenig Verformungen aufweist. So besagt z. B. eine Anstiegszeit von 0,08 µsec, daß 12,5 MHz noch ungeschwächt durchge-

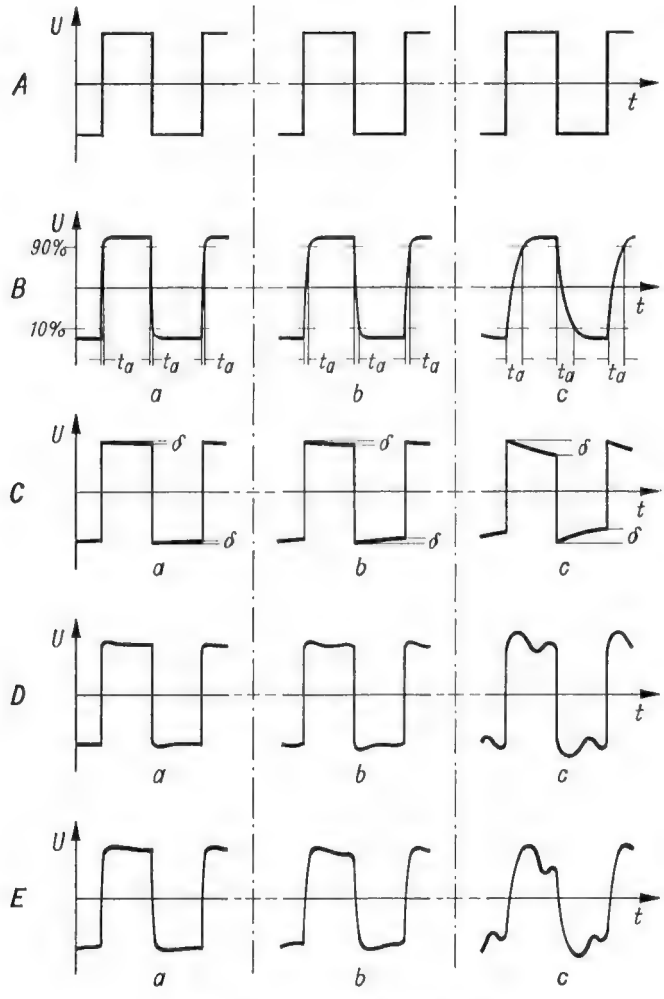


Bild 2.44–3 Impulsverformungen

lassen werden und somit ein 1,25-MHz-Rechteckimpuls unverfälscht aufgezeichnet wird.

Unter *Dachschräge* versteht man bei einer Rechteckspannung die Neigung des im unverfälschten Impuls horizontalen Teiles der Kurve. Wenn keine Längskapazitäten im Leitungszug vorhanden wären, müßte der Verlauf des Daches horizontal bleiben. In der Praxis fällt aber die Amplitude etwas ab (Bild 2.44–3 C). Da diese Formveränderung besonders bei großen Dachlängen, also bei tiefen Frequenzen, auftritt, bezieht man die Angabe der Dachschräge auf einen Impuls von 50 Hz, entsprechend 1/50 sec = 20 msec Gesamtdauer und 10 msec Dachlänge. Bei den Fernseh-Service-Oszillografen wird meist eine Dachschräge von 2 ... 3 %, also 2 ... 3 % Spannungsrückgang bei 10 msec angegeben.

Rechteckschwingungen sind jähe, periodische Spannungssprünge. Da Oszillografen-

verstärker meist durch Induktivitäten phasenkompensiert sind, ergeben sich in Verbindung mit den unvermeidlichen Schaltkapazitäten schwingfähige Gebilde, die durch die Spannungsstöße erregt werden. Es entstehen Überschwingerscheinungen; der Strahl überschreitet in Verlängerung der Flanken der Rechteckkurve die Dachhöhe.

Durch ohmsche Dämpfung der Kompensationsspulen kann die Überschwingkomponente stark verkleinert werden. Bild 2.44–3 D a) zeigt wieder einen guten, D b) einen mäßig gedämpften und D c) einen schlecht gedämpften L-kompensierten Spannungsverlauf. Das Überschwingen wird in der Regel als prozentuales Verhältnis der Überschwingamplitude zur Rechteckamplitude ausgedrückt. Bei guten Service-Oszillografen liegt dieses Verhältnis bei 1 %.

In Bild 2.44–3 E ist noch einmal schematisch die Summation der drei soeben geschilderten Fälle dargestellt. Wir ersehen hieraus, daß in E b) und erst recht in E c) von dem ursprünglichen Rechteckimpuls (Bild 2.44–3 A) nicht mehr viel übriggeblieben ist.

In diesem Zusammenhang ist noch zu erwähnen, daß moderne Meßverstärker als sogenannte *Gleichspannungsverstärker* aufgebaut sind. Die untere Grenzfrequenz ist dann 0 Hz, d. h. es lassen sich auch Gleichspannungen bzw. Gleichspannungsanteile messen. Dies ist besonders für den Farbfernseh-Service vorteilhaft, weil sich damit nicht nur die als Steuerspannung auftretenden Wechselspannungen kontrollieren lassen, sondern gleichzeitig eine Aussage über die richtige Arbeitspunkteinstellung gemacht werden kann.

Ein sehr bedeutsamer Wert für einen Oszillografen ist der Ablenkkoeffizient (-faktor), und zwar sowohl für den Y- als auch für den (soweit vorhanden und zugänglich) X-Verstärker. Unter Ablenkkoeffizient AK, in V/cm oder mV/cm angegeben, versteht man eine für den Oszillografen charakteristische Konstante.

Multipliziert man mit ihm die auf dem Schirmbild in cm gemessenen Größen, so erhält man die zugehörigen Meßspannungen am Eingang. Bei den heute üblichen Service-Oszillografen liegt der minimale Ablenkkoeffizient des Y-Verstärkers je nach Fabrikat und Typ zwischen 20 und 50 mV/cm. Wird der Ablenkkoeffizent in V/Teil ausgedrückt, muß man beim Vergleichen der verschiedenen Oszillografen den Teilstrichabstand berücksichtigen. Früher gab man den Kehrwert von AK, die sogenannte Ablenkempfindlichkeit AE (mm/V bzw. mm/mV) an. Die mit *AE* multiplizierte Meßspannung ergab die Auslenkung in mm auf dem Schirm.

Einige der handelsüblichen Oszillografen sind in der Bandbreite des Y-Verstärkers umschaltbar. Es kann dann bei kleiner Bandbreite (Schmalbandstellung), z. B. im Tonfrequenzbereich, eine große Verstärkung und damit ein kleiner Ablenkkoeffizient erreicht werden, so wie er besonders für Arbeiten an Tonband- und anderen Niederfrequenzgeräten erwünscht ist. Bei großer Bandbreite (Breitbandstellung – einige MHz), so wie es für Untersuchungen an Fernsehgeräten nötig ist, wird die Verstärkung geringer, und es erhöht sich der Ablenkkoeffizient. Man kann dies aber in Kauf nehmen, weil an den Meßpunkten von Fernsehgeräten meist genügend Spannung zur Verfügung steht.

Wenn die Y-Platten bzw. die Y- und X-Platten nach Abtrennung der Innenverbindungen direkt zu erreichen sind, möchte man auch die Ablenkkoeffizienten der Plattensysteme selbst kennen. Sie können aus den technischen Datenblättern der Röhrenhersteller in V/cm entnommen werden, und man wird feststellen, daß der Ablenkkoeffizent der schirmnahen X-Platten (P_s) stets größer ist, als der der katodennahen Y-Platten (P_k). Bei der Oszillografenröhre DG 7–74 A z. B. beträgt P_S 13,5 V/cm und P_K 8 V/cm.

Zu erwähnen ist noch der Vorteil einer dem Gerät entnehmbaren, nach Form und Betrag definierten *Eichspannung*. Sie ist ein bequemes Hilfsmittel für die schnelle und genaue Ermittlung der Amplitude der Meßspannung, zumal, wenn die Ablesung an

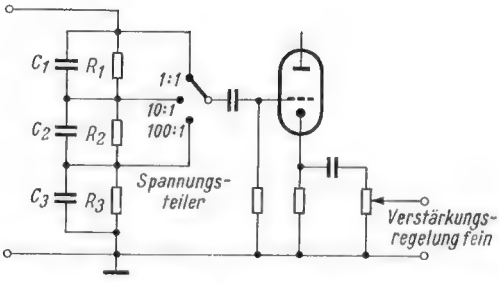


Bild 2.44–4 Prinzip des Eingangsspannungsteilers und Verstärkungseinstellers R_1, R_2, R_3 = Teilerwiderstände; C_1, C_2, C_3 = Kompensationskondensatoren zu den Widerständen

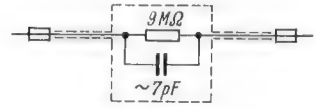


Bild 2.44–5 Tastteiler

einer vor den Bildschirm gelegten Schablone mit Achsenkreuz und Meßeinteilung erfolgt.

Sehr wichtig für die Anwendung des Oszillografen ist die *Art der Eingangsschaltung*. Die üblichen Verstärker werden fast immer mit asymmetrischen Eingängen versehen, wobei ein Pol an Masse liegt. Nur bei wenigen Ausführungen findet man auch symmetrische bzw. beide Arten von Eingängen vor. Bei Gleichspannungsverstärkern gibt es einen direkten und einen kapazitiven Eingang, bzw. einen Universaleingang in Verbindung mit einem Umschalter. Jeder Verstärker weist einen Eingangsspannungsteiler auf **(Bild 2.44–4)**, mit dem man die Amplitude stufenweise im Verhältnis von beispielsweise 1:1, 10:1 und 100:1 abschwächen kann, um bei größeren Spannungen ein Übersteuern der ersten Stufe bzw. der ersten Stufen und damit eine Verzerrung des Kurvenbildes zu vermeiden (zum genauen Einstellen der Kurvenhöhe dient ein Feinregler). An den Abschwächer sind mehrere Forderungen zu stellen: Er muß im Rahmen des Frequenzbereiches des Verstärkers frequenzunabhängig sein, und der Klemmenwiderstand soll möglichst hoch (mindestens 1 MΩ) und die Eingangskapazität sehr klein sein ($\leq$ 20 pF). Beide Größen werden in den Kennblättern der Oszillografen als Eingangsimpedanz MΩ || pF zusammengefaßt.

Von Bedeutung ist noch die Zuleitung zum Meßverstärker. Hat die Meßspannungsquelle einen kleinen Innenwiderstand, so kann man unabgeschirmte Leitungen verwenden. Bei größeren Innenwiderständen wirkt sich aber unter Umständen ein eingestreutes Brummen aus, wodurch das Kurvenbild verwaschen erscheint oder gar nicht erkennbar ist. Eine abgeschirmte Zuleitung weist wiederum eine erhebliche Kapazität auf, die man mit etwa 100 pF für einen Meter Kabellänge veranschlagen muß. Es tritt dann eine Benachteiligung in der Übertragung der hohen Frequenzen, d. h. ein Verschleifen des Kurvenbildes, auf.

Bei größeren Meßspannungen verwendet man einen Tastkopf mit abgeschirmter Zuleitung, in dem ein zusätzlicher *Abschwächer* untergebracht ist *(Tastteiler)*. **Bild 2.44–5** zeigt ein allgemeines Schaltungsbeispiel dafür. Es ist leicht einzusehen, daß der hochohmige Widerstand von 9 MΩ im Zusammenwirken mit dem Eingangswiderstand des Oszillografen (Y-Buchse) einen Spannungsteiler ergibt. Die Meßspannung wird im Verhältnis 10:1 verkleinert; gleichzeitig erhöht sich der Eingangswiderstand auf das Zehnfache, so daß auch Untersuchungen an hochohmigen Kreisen möglich sind, ohne das Meßobjekt wesentlich zu belasten. Der zum Widerstand parallel liegende Kondensator ist mit der Kapazität des Meßkabels und der Eingangskapazität des Oszillografen in Reihe geschaltet zu betrachten. Das Meßobjekt wird demzufolge auch kapazitiv weniger belastet als bei Direktanschluß, ohne Verwendung des Tastkopfes. Betrug die Eingangsimpedanz bei Direktanschluß 1 MΩ || 35 pF, so hat sie jetzt z. B. den Wert 10 MΩ || 10 pF.

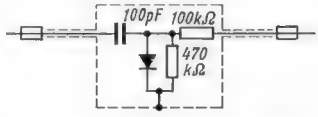


Bild 2.44–6 Dioden-Tastkopf (nach Siemens)

Der Vollständigkeit halber sei noch angeführt, daß es neben dem Tastteiler auch *Demodulator-Meßköpfe* (sogenannte *Dioden-Tastköpfe*) sowie *Trennkondensator-Meßköpfe* (Tastkondensatoren) und sogar *Tastverstärker* gibt.

Der Dioden-Tastkopf enthält eine Halbleiter-Diode, die modulierte Hf-Spannungen gleichrichtet. Dadurch wird die Nf-Komponente einer amplituden-modulierten Hf-Trägerwelle sichtbar gemacht. **Bild 2.44–6** gibt die Schaltung eines für den Siemens-Oszillografen Oscillarzet 05 vorgesehenen Dioden-Tastkopfes wieder.

Der Zeitablenkteil muß grundsätzlich Kippschwingungen von 10 ... 50 Hz für die Auflösung von Signalen oder Impulsen nach der Bildfrequenz (Vertikalfrequenz) und von etwa 5 ... 15 kHz für die Auflösung nach der Zeilenfrequenz (Horizontalfrequenz) erzeugen können. Verschiedene Oszillografen ermöglichen die Grundeinstellung für Bild- und Zeilenauflösung über zwei zusätzliche Schaltstellungen.

Sollen auch Hf-Spannungen aufgelöst werden, so ist eine obere Kippfrequenz von etwa 300 ... 600 kHz erforderlich. Hierbei wird natürlich vorausgesetzt, daß der Meßverstärker (Y-Verstärker) dafür geeignet ist, d. h. einen linearen Frequenzgang bis zu 4 ... 5 MHz aufweist.

Als unterste Kippfrequenz werden bei neueren Geräten 2 Hz genannt. Dies ist aber für den Fernseh-Service ohne Belang. – Die Kippfrequenz läßt sich bei allen Oszillografen stufenweise, also grob und innerhalb jeder Stufe stetig, also fein einstellen.

Die vom Kippgenerator gelieferte Kippspannung wird meist noch verstärkt. Ist der hierfür vorgesehene Zeitplattenverstärker (X-Endstufe) in seiner Verstärkung veränderbar, so läßt sich die Zeitachse innerhalb des Sichtschirmes in bestimmten Grenzen beliebig zusammendrücken oder dehnen. Gibt der Zeitplattenverstärker eine größere Spannung ab, als für die Ablenkung über den vollen Schirm erforderlich, so kann eine Dehnung der Zeitachse bis zum mehrfachen Schirmdurchmesser erfolgen. Es lassen sich dann, zumal, wenn auch die Y-Amplitude auf den mehrfachen Schirmdurchmesser ausgesteuert werden kann, Ausschnitte des Oszillogrammes bis in alle Feinheiten beobachten. Dieser Vorzug und die Möglichkeit neuerer Betriebsarten (einmalige Ablenkung und sog. Triggerung) haben dazu geführt, daß in den Kennblättern und Prospekten neben der Kippfrequenz in Hz bzw. kHz oft auch ein Zeitmaßstab in der Dimension sec/cm, msec/cm, nsec/cm bzw. µsec/cm angegeben wird. So entspricht einem Frequenzbereich von z. B. 3 Hz ... 300 kHz und einer Zeitlinienlänge von 6 cm ein Zeitmaßstab von 50 msec/cm ... 0,5 µsec/cm – bei 10facher Dehnung sogar bis 0,05 µsec/cm. Je kleiner der Zeitmaßstab, d. h. je höher die Kippfrequenz ist, eine desto größere Auflösung erlaubt der Oszillograf.

Die Umrechnung von Kippfrequenz in Zeitmaßstab und umgekehrt ermöglichen folgende einfache Beziehungen:

$$\text{Kippfrequenz } f_{k\,[\text{Hz}]} = \frac{1}{t_{m\,[\text{sec/cm}]} \cdot l\,[\text{cm}]}$$

$$\text{Zeitmaßstab } t_{m\,[\text{sec/cm}]} = \frac{1}{f_{k\,[\text{Hz}]} \cdot l\,[\text{cm}]}$$

l entspricht der Zeitlinienlänge in cm.

Ein getrennter Eingang des Zeitplattenverstärkers (X-Eingang, *Hor. ext.*) bei Abschaltung des Kippteiles (evtl. Schaltbuchse) erlaubt die X-Ablenkung durch eine Fremdspannung oder durch eine zuschaltbare, dem Netzteil entnommene 50-Hz-Sinusspannung. Es können dann Durchlaßkurven, Kennlinien oder Lissajous-Figuren aufgezeichnet werden.

Die elektrischen Gütemerkmale des Zeitplattenverstärkers richten sich in erster Linie nach dem Bereich der Kippfrequenz. Im allgemeinen verstärkt er linear zwischen einigen Hertz und einer oberen Grenzfrequenz, die über der höchsten einstellbaren

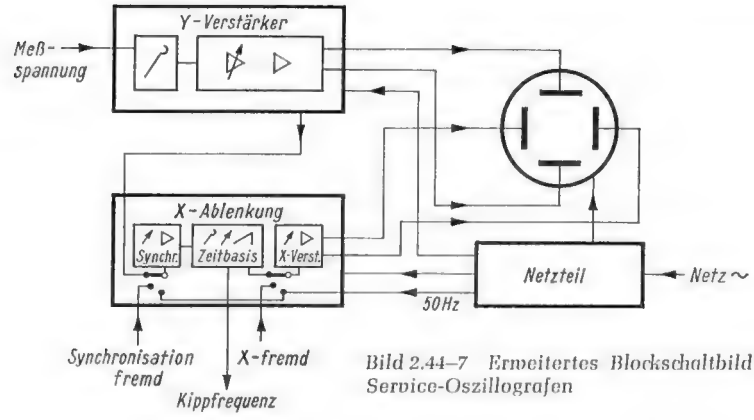


Bild 2.44–7 Erweitertes Blockschaltbild eines Service-Oszillografen

Kippfrequenz liegt. Ist der Zeitplattenverstärker (evtl. mit Vorstufe) auch für fremde Ablenkspannungen vorgesehen, so sind die Anforderungen an ihn entsprechend größer.

Um einen starren Zusammenhang zwischen der Frequenz des sich periodisch wiederholenden Meßsignals und der Zeitablenkung zu erhalten, wird diese *synchronisiert*. Die Synchronisation der Zeitablenkung kann im allgemeinen vorgenommen werden:

a) mit der verstärkten Meßspannung (*eigen, intern*),
b) mit einer an eine besondere Buchse (*Syn*) angelegten Fremdspannung (*fremd, extern*) und
c) mit einem Anteil der Netzspannung aus dem Stromversorgungsteil des Oszillografen (Netz-Synchronisation).

Die Synchronisation kann in ihrer Art dem jeweiligen Zweck entsprechend gewählt und in ihrer Stärke durch einen Einsteller dosiert werden. Mit dem Wahlschalter oder dem vorgenannten Steller läßt sich zugleich die Polarität der aus der Meß- bzw. Fremdspannung abgeleiteten Synchronimpulse einstellen. Ein manchmal vorgesehener Synchronisationsverstärker kann bei verschiedenen Ausführungen auch wahlweise als X-Vorverstärker – siehe oben – geschaltet werden.

Die neuen Service-Oszillografen werden in zunehmendem Maße mit einer Einrichtung versehen, die auch einmalige oder in unregelmäßiger Folge wiederkehrende Meßvorgänge abzubilden gestattet. In diesem Falle wird das Einsetzen der Ablenkspannung von der Anstiegsflanke der Meßspannung oder von einem, dem aufzuzeichnenden Meßvorgang vorangehenden Impuls ausgelöst (meist als Impulsauslösung oder, nach amerikanischer Ausdrucksweise, als *Triggerung* bezeichnet), so daß die Oszillogramme der Vorgänge stets am gleichen Punkt einsetzen und dadurch direkt vergleichbar werden. Weitere Ausführungen über die Synchronisation folgen im Abschnitt 3.4.

Die zur Ablenkung erzeugte und verstärkte Kippspannung läßt sich bei verschiedenen Geräten an einem Buchsenanschluß abnehmen und zur Steuerung eines Wobblers oder anderer Hilfsgeräte benutzen (siehe 3.47 und 4.6). Einige Oszillografen verfügen weiterhin über einen besonderen Eingang für die Helligkeitssteuerung (Z-Buchse, Helligkeits-, Intensitätsmodulation); wir können in diesem Fall mit Hilfe einer Fremdspannung, d. h. einer Wechsel- oder Impulsspannung von z. B. 20 V_{ss}, den Kurvenzug periodisch ausblenden und gewinnen damit Zeit- oder Ortsmarkierungen (siehe Abschnitt 3.48).

Die für den Betrieb wichtigen Anodenspannungen sind bei guten Oszillografen natürlich weitgehend stabilisiert.

Bild 2.44–7, als erweiterte Ausführung von Bild 2.44–1, zeigt die einzelnen Teile des

Oszillografen noch einmal zusammenhängend. Es sind sechs Hauptteile zu unterscheiden:

1. Oszillografenröhre,
2. Eingangsspannungsteiler,
3. Meßverstärker (Y-Verstärker),
4. Kippgerät
5. X-Verstärker } meist kombiniert,
6. Netzteil.

Für den Werkstattgebrauch manchmal recht nützlich, aber nicht unbedingt notwendig sind der Zweistrahl- und der X-Y-Oszillograf. Der *Zweistrahl-Oszillograf* erleichtert bei Farbfernsehempfängern besonders das Einpegeln der Farbdifferenzsignale auf Amplitudengleichheit, da laufend die erzielten Einstellerfolge kontrolliert und miteinander verglichen werden können. Mit einem normalen Oszillografen wäre dazu ein mehrfacher Wechsel des Meßpunktes erforderlich. Da ein Zweistrahl-Oszillograf jedoch recht aufwendig und dementsprechend kostspielig ist, werden sich ihn nur wenige Service-Werkstätten leisten. Um aber auch bei einem Verzicht auf dieses Gerät die Annehmlichkeit des laufenden Vergleichs von zwei Oszillogrammen zu haben, bedient man sich des wesentlich preisgünstigeren *elektronischen Schalters*, der schnell zwischen zwei Signal-Eingängen hin und her schaltet und damit am Ausgang wechselweise (sequentiell) beide Signale liefert. Auf dem Schirm werden dann die Oszillogramme dieser Signale zunächst ineinander geschrieben. Durch unterschiedliche Gleichspannungen für beide Eingänge lassen sich die Oszillogramme aber trennen. Der Bildeindruck ist dann der gleiche wie bei einem Zweistrahl-Oszillografen.

Der X-Y-*Oszillograf* hat für die Zeit-(X)- und die Meß-(Y)-Achse gleiche Verstärker. Legt man daran die beim Farbfernsehen auftretenden Farbdifferenzsignale, so gelangt man zu einem *Vektorskop*, das die Farbinformation nach Betrag und Phase darstellt. Wenngleich dies recht anschaulich ist, kommt die Reparaturpraxis jedoch in der Regel ohne eine so spezielle Meßtechnik aus (siehe auch Abschnitt 3.49 X-Y-Oszillograf).

Neuere Oszillografen sind nach dem Bausteinprinzip zusammengesetzt und zum Teil transistorisiert. Der Aufbau ist daher sehr übersichtlich und die Wartung entsprechend einfach. Eine oder zwei umklappbare Stützen gestatten bei Bedarf die Aufstellung des Gerätes mit einer bestimmten Winkelneigung nach oben oder unten.

2.45 Wobbelsender

Der Wobbelsender, im folgenden kurz *Wobbler* genannt, dient in Verbindung mit einem Oszillografen zur unmittelbaren optischen Darstellung aller in UKW- und Fernsehempfängern vorkommenden Filter- und Verstärkerkurven, so daß es möglich ist, das UKW- oder Fernsehgerät im ganzen oder in seinen einzelnen Stufen auf entsprechende Bandbreite und Kurvenform zu kontrollieren und — wenn nötig — zu korrigieren. Dabei ergibt sich der große Vorteil, daß jede von Hand erfolgte Veränderung des Abgleichs in ihrer Auswirkung sofort auf dem Schirm der Sichtröhre zu erkennen ist.

In der Regel sind der Wobbler und der Oszillograf *getrennte* Geräte. Für das Zusammenarbeiten mit dem Wobbler ist jeder Oszillograf brauchbar, dessen X-Verstärker-Anschlüsse oder Horizontalablenkplatten bei Abschaltmöglichkeit der eigenen Zeitablenkung zugänglich sind. Es gibt aber auch Wobbler mit eigens angepaßten Oszillografen und schließlich *Universalausführungen*, bei denen der Wobbler und Oszillograf — mitunter noch weitere Geräte — in einem Gehäuse vereinigt sind.

Der Wobbler liefert an das Meßobjekt eine Hf-Spannung von einstellbarer Grundfrequenz und Amplitude, wobei die Besonderheit darin liegt, daß diese Frequenz innerhalb eines bestimmten Bereiches (Frequenzhub) ohne Amplitudenschwankungen automatisch und periodisch geändert wird. Das Gerät arbeitet also nach dem Prinzip der Frequenzmodulation, nur daß hier für Meßzwecke der Rhythmus der Frequenzän-

derung und der eingestellte Hub konstant bleiben. Eine genauere Beschreibung dieses Vorganges im Zusammenwirken mit dem Oszillografen erfolgt im Abschnitt 3.5. Hier seien zunächst die *Anforderungen an den Wobbler* genannt.

Der Frequenzumfang der Wobbler soll möglichst für UHF 470 ... 860 MHz, für Zf und VHF 5 ... 250 MHz betragen. Um auch den Farb-Zf-Verstärker einwandfrei wobbeln zu können, muß die untere Grenzfrequenz sogar bis etwa 3 MHz reichen.

Der *Hub* muß sich zur Darstellung von Durchlaßkurven an schmal- oder breitbandigen Meßobjekten kontinuierlich oder stufenweise von etwa 1 MHz bis 30 MHz verändern lassen.

Notwendig ist eine *Rücklaufaustastung* des Hf-Generators, weil dann keine doppelten Kurvenbilder geschrieben werden. Diese Rücklaufaustastung bzw. -unterdrückung sollte *abschaltbar* sein, um bei sinusförmiger Wobbelspannung die Phasenlage zwischen Wobbel- und Ablenkspannung kontrollieren zu können.

Die Wobbler haben auf Grund der Abschirmforderungen meist einen *unsymmetrischen Ausgang* von 60 (75) Ω. Für den reflexionsfreien Abschluß des koaxialen Meßkabels beim Übergang auf 240/300-Ω-Eingänge, z. B. Antennenbuchsen der Fernseh- und UKW-Empfänger, ist daher ein (Breitband-) Symmetrierglied erforderlich (siehe 4.622).

Die Ausgangsspannung soll zwischen einigen hundert mV und einigen µV regelbar sein, um sowohl die Übersteuerungssicherheit als auch die Empfindlichkeit von Hf-Verstärkern kontrollieren zu können.

Die *Konstanz der Ausgangsspannung* über den Wobbelhub sollte nicht schlechter als 1%/1 MHz Wobbelhub sein.

Wichtig ist, daß der Wobbler einen *Frequenzmarkengeber* enthält, es sei denn, daß man bereits über einen guten Meßsender verfügt und diesen dafür benutzen kann (siehe Abschnitt 4.633). Mit dem Markengeber (Frequenzbereich: ähnlich dem Wobbler durchgehend oder gestaffelt fein abstimmbar mit Grundfrequenzen oder mit Grundfrequenzen und deren Harmonischen, in jedem Fall aber präzise geeicht) können durch Überlagerung mit der gewobbelten Hf-Spannung auf der Durchlaßkurve *definierte Meßpunkte* (Schwebungsmarken, auch *Pip(s)* oder Laus genannt) angezeigt werden. Sie dienen zur Kontrolle für Bandbreite-Messungen und zum exakten Abgleich. Die *Genauigkeit des Markengebers* sollte weniger als 1 % betragen, sofern nicht durch eine besondere Eichschaltung (Quarz) präzise Frequenzkontrollen erfolgen können. Eine sehr genaue Markengeberfrequenz ist vor allem für den Ton-Zf-Abgleich (5,5 MHz) erforderlich. Besitzt der Wobbler einen 5,5-MHz-Quarzoszillator, so kann man auf der Durchlaßkurve eine zweite (zuschaltbare) Schwebungsmarke im Abstand von 5,5 MHz zur eingestellten Grundfrequenz erzeugen. Dies ist besonders wertvoll für die gleichzeitige Anzeige von Bild- und Tonträger bei Überalles-, Hf- und Zf-Durchlaßkurven. Neben dem einwandfreien Ton-Zf-Abgleich ermöglicht der Quarzoszillator (Grund- und Oberwelle) die Eichkontrolle des Markengebers.

Für die Verwendung des Markengebers als Meßsender sollte eine Amplitudenmodulation möglich sein, und zwar mit Eigensignalen ca. 800 Hz (erzeugt durch einen Tonoszillator), 5,5 MHz (erzeugt durch den bereits erwähnten Quarzoszillator) und mit Fremdspannungen, z. B. einem Videosignal. Im letzteren Fall ließe sich der Markengeber als Fernseh-Prüfgenerator benutzen, er würde dann die Funktionskontrolle des Fernsehempfängers ermöglichen.

Die Ausgangsspannung des Markengebers liegt – soweit sie nicht bereits dem gewobbelten Signal beigemischt wurde – in der Größenordnung von 100 mV; sie kann gleichfalls über einen (geeichten) Hf-Spannungsteiler abgeschwächt werden.

Für die *Beurteilung der Güte* eines Wobblers gilt dasselbe wie für die eines Oszillografen. Man wird kaum alle Vorzüge in einem Gerät vereint sehen. Je hochwertiger das Gerät, desto höher der Anschaffungspreis.

Das *Zubehör* für den Wobbler besteht aus

1 Hf-Meßkabel (koaxial),
1 Zf-Aufblaskappe,
1 Symmetrierkopf für Eingänge von 240/300Ω,
1 Anschlußkabel als Verbindung zum Oszillografen.

2.46 Farbsignal-Generatoren

Um ein Fernsehgerät, ob für Schwarzweiß- oder Farbwiedergabe, überprüfen und justieren zu können, benötigt man grundsätzlich ein Fernsehsignal, bestehend aus Bild- und Tonträger, Bild- und Tonmodulation sowie den Austast- und Synchronsignalen (BAS). Speziell für Farbfernsehempfänger muß dann noch ein Farbsignal zur Verfügung stehen (FBAS). Man kann derartige Signale zwar in den sogenannten Industriesendungen vom Fernsehsender empfangen, ist dann aber auf seine Betriebszeit angewiesen, die sich nicht immer mit der Arbeitszeit in der Werkstatt deckt (Tab. 1.2–II).

Einen willkommenen Ersatz des Fernsehsenders sowohl bei Schwarzweiß- wie Farbprogrammen bietet der *Farbsignal-Generator*, zumal man ihn in tragbarer Ausführung auch im Hause des Kunden benutzen kann, wo sich die Abhängigkeit von den Sendezeiten des Testbildes noch unangenehmer als in der Werkstatt auswirkt. Überdies lassen sich dort mit solch einem Generator Antenneneinflüsse eliminieren und Störspannungen vom Empfängereingang fernhalten; die rasch mögliche Kontrolle der Empfindlichkeit sagt häufig schon einiges über etwaige Fehler aus.

In der Werkstatt hat ein auf die verschiedenen Träger einstellbarer Signal-Generator den Vorteil, sämtliche Kanäle eines Fernsehempfängers überprüfen zu können, was besonders wichtig ist, wenn der Kunde mehrere Programme empfangen kann, in einem anderen Sendebezirk wohnt oder dorthin zu ziehen beabsichtigt.

Im Verkaufsraum kann der Farbsignal-Generator dazu dienen, über die Antennen-Verteileranlage des Hauses während der Pausenzeiten des örtlichen Fernsehsenders die Vorführgeräte mit einem Eingangssignal zu versorgen. Dies setzt natürlich die Abschaltung der eigentlichen Empfangsantenne voraus. Als Tonmodulation wählt man dann allerdings besser ein Musikprogramm statt des üblichen Meßtones.

Im Farbsignal-Generator werden die Ausgangsspannungen mehrerer Generatoren zu dem jeweils benötigten Testsignal zusammengefügt.

Bei der Bildträgererzeugung sollten möglichst alle Kanäle in den Bereichen I, III und IV/V sowie die Zwischenfrequenz erfaßt werden. Wichtig ist eine hinreichende Konstanz der Bildträgerfrequenz und eine hohe Genauigkeit des Abstandes zum Tonträger.

Die Bildmuster der Farbsignal-Generatoren müssen sowohl für Schwarzweiß- als auch für Farbempfänger aussagekräftig sein. Während für das Schwarzweißgerät ein beliebiges, geometrisch exaktes Muster (Balken, Schachbrett o. ä.) genügt, verlangt das Farbfernsehgerät zusätzliche Kriterien. So bringt das Prinzip der *Lochmaskenröhre*, nämlich die Erzeugung des weißen Bildes aus den drei Grundfarben Rot (R), Grün (G) und Blau (B), das *Konvergenzproblem* mit sich. Alle drei Farben müssen sich decken. Zum Beurteilen dieser Konvergenz ist ein feines Linien- oder Punktraster geeignet. Abweichungen von der einwandfreien Farbdeckung äußern sich durch Bildmuster mit farbigen Rändern anstelle einer reinen Schwarzweißwiedergabe. Ein Linien- oder Punktraster eignet sich selbstverständlich auch für die vom Schwarzweißempfänger bekannten Bildeinstellungen, wie Geometrie, Linearität, Bildschärfe, Bildlage und Bildgröße.

Da die Aussteuerung der drei Strahlsysteme (R, G, B) in der Bildröhre für unterschiedliche Leuchtdichten ungleichmäßig sein kann, vermögen Graustufen einen Farbstich anzunehmen. Deshalb ist eine Kontrolle der *Graubalance* notwendig. Eine Treppenspannung (ähnlich der im Bild 1.23–2) als Ansteuerung liefert auf dem Bildschirm Graustufen (Vertikalbalken), die leicht erkennen

Tabelle für die Endpunkte

Farbe	φ^0	F
Rot	113	0,57
Gelb	173	0,67
Grün	225	0,62
Cyan	293	0,57
Blau	353	0,67
Magenta	45	0,62

φ^0 = Winkel gegen die +(B–Y)-Achse gemessen

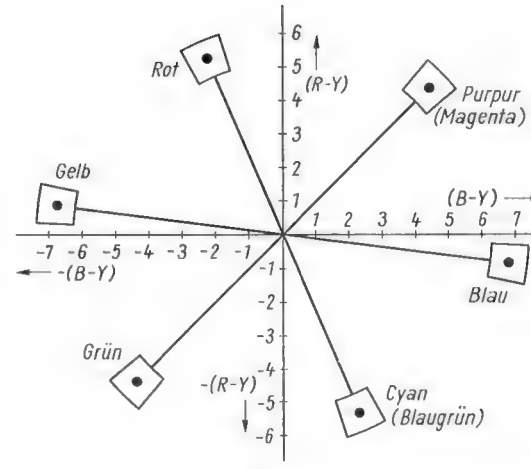


Bild 2.46–1 Lage der Farbzeiger für die Grund- und Komplementärfarben in der Farbebene des (R–Y)–(B–Y)-Achsenkreuzes

lassen, ob in irgendeiner Form ein Farbstich in helleren oder dunkleren Bildteilen auftritt.

Um weitere Einzelheiten beim Farbfernsehempfänger beurteilen zu können, sind nunmehr Farbsignale notwendig. Es gibt davon verschiedene Arten, deren wichtigste das Farbbalken- und das Regenbogensignal sind. Gelegentlich werden auch Farbachsensignale angewendet.

Wie im Kapitel 5.4 ausführlich beschrieben, setzt sich das Farbfernsehsignal nur an den Anfangs- und Endstufen der Übertragung (Kamera und Bildschirm) aus den drei Komponenten Rot (R), Grün (G) und Blau (B) zusammen. Zwischendurch werden sowohl beim Sender als auch im Empfänger abgeleitete Signale benutzt, und zwar einmal das *Leuchtdichte- oder Y-Signal*, das dem herkömmlichen Schwarzweißsignal entspricht, und zum anderen Mal zwei von der Leuchtdichte befreite Farbinformationen, (R-Y) und (B-Y), auch *Farbdifferenzsignale* genannt. Diese beiden Komponenten können in einem Achsenkreuz mit aufeinander senkrecht stehenden Achsen dargestellt werden und bilden dann eine Farbebene, die alle im Farbfernsehempfänger erzeugbaren Farben enthält. In der vorgenannten Ebene sind sechs Richtungen besonders ausgezeichnet, nämlich die der drei Primärfarben Rot, Grün und Blau und deren Komplementärfarben Cyan, Purpur und Gelb **(Bild 2.46–1).** Die drei ersten Farben kommen zustande, wenn jeweils ein System der Dreistrahl-Farbbildröhre angesteuert wird; die drei letzteren treten auf, wenn jeweils zwei Systeme gleichmäßig angesteuert werden. Gleichmäßige Ansteuerung aller drei Systeme führt schließlich zu Weiß.

Bildet man jetzt Signale, die längs einer Zeile die Ansteuerungsbedingungen zum Erzeugen farbiger Balken erfüllen, so entsteht ein *Farbbalkensignal*. Wählt man dabei die Farben in der Reihenfolge von Bild 2.46–1, indem man einen Zeiger z. B. bei Grün anfangend mit dem Phasenwinkel im Uhrzeigersinn umlaufen läßt, dann ergeben sich die sogenannten *Phasenbalken* mit der Farbfolge Grün, Gelb, Rot, Purpur, Blau und Cyan. Für die Praxis wichtiger ist jedoch eine *Balkenfolge*, der andere Überlegungen zugrunde liegen. Beginnt man nämlich mit Weiß, dem die höchstmögliche Helligkeit zukommt, und ordnet man die Farbbalken daran anschließend nach sinkender Helligkeit (sogenannte *Helligkeitsbalken*), so ergibt sich das zu diesen Farben gehörende Schwarz-

weißbild als abgestufte Grauskala von Weiß nach Schwarz. Ein derartiges Signal mit den Stufen Weiß, Gelb, Cyan, Grün, Purpur, Rot, Blau und Schwarz ist von der EBU (European Broadcasting Union) genormt und in Bild 5.41–3 in seiner verbindlichen Form aufgezeichnet.

Ein anderes, nicht genormtes, sogenanntes Kunstsignal erhält man, wenn für die Farbdarstellung die Farbebene Bild 2.46–1 im Kreis kontinuierlich durchlaufen wird. Wegen des Aussehens auf dem Farbbildschirm wird ein derartiges Signal auch *Regenbogensignal* genannt. Um es für manche Zwecke besser nutzen zu können, wird es mitunter getastet, wodurch vertikale Farbstreifen entstehen. Technisch erreicht man ein Regenbogensignal dadurch, daß während einer Zeile die Phase des Farbträgers kontinuierlich verändert wird.

Entsprechend den erläuterten Farberzeugungsprinzipien ergeben sich also die beiden großen Kategorien der Farbbalken- und Regenbogengeneratoren. Neben den erwähnten Schwarzweiß- und Farbmustern derartiger Generatoren ist für die Serviceanwendung noch eine Reihe weiterer Funktionen notwendig oder vorteilhaft.

Die Farbreinheit ist leicht mit einem Rotfeld zu kontrollieren, da es Farbverfälschungen für das Auge am ehesten erkennen läßt. Ein solches Feld kann man zwar in jedem Farbempfänger durch Sperren des Grün- und des Blaustrahlsystems erreichen, im Servicefall ist es jedoch einfacher – z. B. durch Tastendruck am Generator –, ein Rotfeld auf dem Bildschirm ohne Eingriff in das zu prüfende Gerät zu erzeugen.

Mit dem eigentlichen Farbtestbild kann man ganz allgemein die gesamte Farbwiedergabe und die dazugehörigen Schaltungsstufen des Empfängers kontrollieren. Hierzu eignet sich sowohl das Farbbalkensignal als auch das Regenbogensignal. Das genormte Farbbalkensignal hat den Vorteil, von allen entsprechenden Generatoren in praktisch gleicher Qualität zur Verfügung zu stehen. Das Farbbild des Regenbogensignals hängt dagegen im gewissen Grade vom Konzept des Generators ab.

Ein stufenloses Abschwächen des Ausgangssignals ermöglicht z. B. ein einfaches Prüfen der Farbabschaltung. Eine in geringem Maße veränderbare Zeilenfrequenz und ein variables Signal/Impulsverhältnis gestatten schnelle Kontrollen des Fangbereiches und der Funktion des Amplitudensiebes.

Zur Kontrolle der Verzögerungszeit im PAL-Decoder muß man im Generator die PAL-Umschaltung – z. B. durch Tastendruck – außer Betrieb setzen können, sofern nicht Spezialsignale dafür angeboten werden.

Angenehm ist es auch, dem Generator das Farbsignal videofrequent entnehmen zu können. Mit diesem Signal kann man nämlich – ähnlich wie mit einem getrennt herausgeführten Zeilenimpuls – einen nachgeschalteten Oszillografen bequem synchronisieren.

2.47 Universal-Fernseh-Servicegeräte

Unter Universal-Servicegeräten wollen wir hier *Kombinationen von Prüf- und Meßgeräten* verstehen, von denen schon jedes für sich allein Untersuchungen am Fernsehempfänger ermöglicht. Dementsprechend lassen sich nun die verschiedenen, in den vorhergehenden Abschnitten beschriebenen Geräte nach den speziellen Anforderungen der Fernseh-Servicetechnik kombinieren. Eine Kombination unterschiedlicher Geräte zu einer Einheit hat zwar den Nachteil, daß beim Benutzen eines Gerätes alle weiteren für eine eventuelle Verwendung an einem anderen Arbeitsplatz blockiert sind, jedoch lassen sich mit günstigen Geräte-Kombinationen u. U. manche Arbeitsabläufe rationeller gestalten.

2.48 Spezialgeräte

Unter Spezialgeräten wollen wir solche verstehen, die, im Gegensatz zu den in den Abschnitten 2.42 bis 2.46 beschriebenen, nicht zwingend notwendig sind, jedoch den Service in vielen Fällen erleichtern.

2.481 Signalverfolger

Die Betrachtung der Spezialgeräte wollen wir auch wieder mit einem Grenzfall beginnen. Der Signalverfolger sollte in der Lage sein, sämtliche Stufen eines Empfängers auf Funktion zu überprüfen; dadurch ergäbe sich der Charakter eines universellen Prüfgerätes, das eine wirtschaftliche Fehlersuche ermöglichen würde. Nun gestatten diese Geräte aber im allgemeinen nur eine Ja/Nein-Aussage, d. h. sie melden, ob eine entsprechende Wechselspannung vorhanden ist oder nicht. Soweit sie etwas über die Größe einer vorhandenen Spannung aussagen können, gilt dies lediglich für sinusförmige Vorgänge. Wenn man bedenkt, daß im Fernsehempfänger nicht nur der Betrag einer Wechselgröße bedeutsam ist, sondern oft in viel stärkerem Maße der Verlauf, so wird man rasch die Grenzen eines Signalverfolgers im Fernseh-Service erkennen. Ein guter Oszillograf ist da im Zweifelsfall der bessere „Signalverfolger".

2.482 Wellenmesser (grid-dip-meter)

Wellenmesser, die sowohl aktiv als auch passiv, d. h. Energie erzeugend als auch Energie entziehend, betrieben werden können, sind für viele Prüfungen an Resonanzkreisen recht praktisch. So lassen sich beispielsweise mit dem passiv arbeitenden Wellenmesser rasch der Frequenzbereich und das einwandfreie Arbeiten eines Oszillators feststellen oder die Frequenz einer wild schwingenden Stufe ermitteln.

Mit dem aktiven Wellenmesser können resonanzfähige Gebilde, also vorwiegend Schwingkreise, auf ihre Resonanz und – mit einiger Übung – auf Dämpfung geprüft werden. Für rasche orientierende Untersuchungen reicht die Genauigkeit im allgemeinen aus. Wenn man dies berücksichtigt, ist ein Wellenmesser – zumal er ohne galvanische Verbindung mit dem Prüfling auskommt – für die Anwendung in der Servicewerkstatt durchaus zu empfehlen.

2.483 Bildröhren-Prüfgeräte

Wenngleich auf das weitverbreitete Röhrenprüfgerät nicht näher eingegangen werden soll – Röhrenfehler und die Röhrenprüfung werden allgemein im Abschnitt 4.53 besprochen –, so bedarf ein speziell für die Bildröhrenprüfung vorgesehenes Gerät hier besonderer Erwähnung. Genügt es, bei normalen Elektronenröhren etwas über den Emissionsstrom und die Isolation zwischen den Elektroden auszusagen, so sind bei der Bildröhre zusätzlich der *Strahlstrom*, die *Abbildungsschärfe*, der *Kontrast* und die *Helligkeit* interessant.

Verschiedene relativ einfache Geräte erlauben die Prüfung dieser Funktionen der Bildröhren im eingebauten Zustand, ja sogar im Verpackungskarton, d. h. ohne das zugehörige Empfangsgerät mit seinem Ablenkteil. Das gesamte Testprogramm kann mit verschiedenen Wechselspannungen, einer Glimmlampe und einem Milliamperemeter abgewickelt werden. Die Glimmlampe dient bei den in bekannter Weise durchgeführten Isolationsprüfungen als Indikator, und das Milliamperemeter zeigt die Höhe des Emissions- bzw. Strahlstromes an. Die dabei benutzte Anodenspannung zum Betrieb der Röhre liegt in der Größenordnung von 1 kV_{eff}, sie reicht aus, um bei entsprechender Beschaltung der übrigen Elektroden in der Nähe des Schirmmittelpunktes einen Leuchtfleck zu erzeugen. Dieser runde oder ovale Fleck muß bei einwandfreier Röhre eine scharfe Begrenzung aufweisen. Da er praktisch eine Projektion der Katodenoberfläche darstellt, läßt sein Aussehen Rückschlüsse auf den Zustand der Emissionsschicht zu. Dunkle Stellen in der Abbildung deuten auf erschöpfte Zonen der Katode hin. Die Übernahme der an diesen Stellen fehlenden Emission durch andere Teile der Katode führt dann häufig zur sogenannten Inselbildung – Stellen übermäßiger Emission – und damit zur raschen Erschöpfung der gesamten Katode.

Bild 2.48–1 zeigt im Prinzip den Aufbau eines einfachen Bildröhren-Prüfgerätes. Für

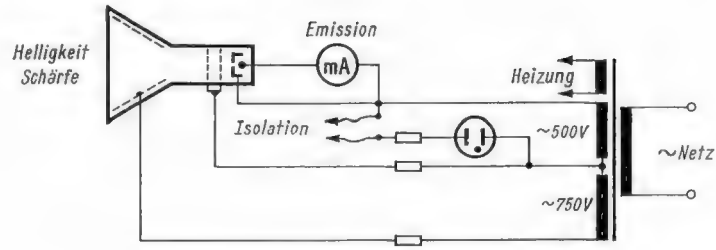


Bild 2.48–1 Prinzip eines Prüfgerätes für Schwarzweiß-Bildröhren

genauere Prüfungen ist ein größerer Aufwand erforderlich, z. B. stabilisierte Gleichspannungen zum Betrieb des Prüflings. Hierdurch ergibt sich die Möglichkeit, für die verschiedenen Röhrentypen vergleichbare Meßwerte festzulegen. Ein Gerät dieser Art ist z. B. das Bildröhrenmeßgerät W 21 von Max Funke. Für Farbbildröhren hat der gleiche Hersteller den Typ W 21/II herausgebracht.

2.484 Hilfsgeräte für Antennenmontage

Mit der Zunahme der Empfangsbereiche und den immer weiter ansteigenden Empfangsfrequenzen erhöhen sich auch die Anforderungen an die Antennenanlagen. Der Antennenbauer muß daher jede Anlage sehr sorgfältig planen. Die wachsende Verbreitung von Gemeinschaftsantennen mit großen Verteilernetzen und den zugehörigen Verstärkern stellt recht erhebliche Anforderungen an das Können und Verantwortungsbewußtsein des mit der Erstellung der Antennenanlage betrauten Servicetechnikers.

Das Montieren und Verlegen der Leitungen ist zwar einer Starkstrominstallation ähnlich, aber Fehler in einer Starkstromleitung wirken sich bedeutend „offensichtlicher" aus als in einer Hochfrequenzverteilungsanlage.

Zum optimalen Auslegen der Antenne und Prüfen der angeschlossenen Verteilungen gibt es verschiedene Meß- und Prüfgeräte, die – neuerdings transistorisiert – allen erdenklichen Anforderungen gerecht werden. Die erste und wichtigste Funktion dieser Geräte ist die Bestimmung des günstigsten Aufstellungsortes der Antenne. Dies ist nicht nur im Fernfeld eines Senders bedeutsam, sondern auch im Nahbereich. Man wird also zunächst einmal mit dem *Antennentestgerät* und der zum interessierenden Bereich gehörenden – meist stark gerichteten – Antenne den für die Aufstellung in Betracht kommenden Raum auf seine Spannungsergiebigkeit überprüfen. Die Testantenne nimmt dabei anfangs die geografische Richtung zum Sender ein. Von größeren festen Gegenständen – vorzugsweise Nachbarantennen – ist dabei ein Abstand von wenigstens 6 m einzuhalten, da in diesem Bezirk die Felder eines Senders im allgemeinen erheblich gestört sind. In ganz besonderem Maße gilt dies für den „Schatten" einer anderen im gleichen Wellenbereich arbeitenden Antenne. In späteren Messungen sind dann durch Verdrehen der Testantenne die leistungsstarken Reflexionen zu ermitteln. Beim Fernsehen würden sie das Bild durch Geister stören und bei UKW-Rundfunk – wenn sie hinreichend stark einfallen – den Empfang unverständlich machen. Wir erfahren also durch die Messung rasch, welches Richtdiagramm die künftige Antenne aufweisen muß. Zeigt eine Reflexion u. U. einen höheren Pegel als das Original, so ist sehr sorgfältig zu prüfen, ob die Ursache derselben auch hinreichend beständig ist. Bei einem unbeständigen Reflektor besteht leicht die Gefahr, daß zu einem späteren Zeitpunkt die Empfangsspannung auf einen unzulässig niedrigen Wert absinken kann.

Erst wenn mit dem Testgerät die verfügbare Feldstärke sowie Richtung und

Intensität von Reflexionen ermittelt sind, kann man den erforderlichen Antennenaufwand bestimmen und die Anlage kalkulieren, denn von der verfügbaren Feldstärke wird es abhängen, welchen Gewinn die Antenne haben muß, und von der Größe und Richtung der Reflexionen, welche Bündelungsschärfe. Als Richtwert für den Empfangspegel sei hier angegeben, daß für eine befriedigende Bildqualität bei Schwarzweißübertragung eine Spannung von etwa 500 µV (bei UHF ca. 1 mV) am Empfänger verfügbar sein sollte. Bei Farbübertragung erhöhen sich noch die Ansprüche, so daß man für VHF 1 mV und für UHF 2 mV anstrebt. Geringere Werte dürften einen Kunden auf die Dauer kaum zufriedenstellen.

Beim Überprüfen der verlegten Leitungen leisten die meisten Antennentestgeräte durch zusätzlich anschaltbare *Prüfsonden* wertvolle Dienste. Bei ungeschirmten Leitungen gestatten sie es, Stehwellen und Reflexionen auf dem Kabel zu erkennen, und bei geschirmten Leitungen ist durch Messungen an den Verteiler- und Abnehmerdosen rasch die einwandfreie Aufteilung der Antennenenergie zu kontrollieren.

Zur Technik der Antennentestgeräte ist abschließend folgendes zu sagen: Durchweg alle Geräte arbeiten mit sehr geringen Bandbreiten, um bei kleinen Feldstärken das Nutzsignal noch gut vom Rauschen trennen zu können. Die Abstimmung ist dementsprechend kritisch und sehr präzise vorzunehmen. Eine weitere Folge der geringen Bandbreite ist die Möglichkeit, Bild- und Tonträger getrennt messen zu können. Entsprechend den unterschiedlichen Leistungen von Bild- und Tonsender wird auch eine unterschiedliche Feldstärke zu messen sein. Durch verschiedene Reflexionsverhältnisse für den Bild- bzw. Tonträger können sich beachtliche Schwankungen im Verhältnis der Meßwerte zueinander ergeben. Um festzustellen, ob der Bild- oder Tonträger eines Fernsehkanals gemessen wird, bedient man sich der bei allen Geräten vorgesehenen Abhörkontrolle.

Von Zweifeln der letzten Art sind Antennentestgeräte mit Bildwiedergabe, also Fernseh-Meßempfänger, frei. Solche allerdings recht aufwendigen Geräte ermöglichen eine sehr rasche und genaue Aussage über die am Aufstellungsort der Antenne zu erwartenden Empfangsverhältnisse. Während die in den Meßempfängern vorhandenen eingebauten Instrumente Aufschluß über den Hochfrequenzpegel geben, gestattet eine Auswertung des Bildes eine genaue Dimensionierung der Antenne hinsichtlich Ausrichtung und notwendigem Öffnungswinkel.

Nach der Montage der Antennenanlage kommt allgemein das *endgültige Ausrichten* der Antenne auf reflexionsärmsten Empfang. Hierzu kann man einen Kontrollempfänger unmittelbar neben den Mastfuß der Antenne setzen und die Veränderung des Bildes beim Drehen der Antenne direkt beobachten. Dieses Verfahren ist aber aus räumlichen Gründen nicht immer anwendbar und berücksichtigt auch nicht den Einfluß der Niederführung. Wird das Bild direkt am Aufstellungsort des Gerätes beobachtet, so kann die Verständigung mit dem Antennenmonteur beispielsweise über ein Handfunksprechgerät erfolgen.

3 Über den Gebrauch von Meß- und Prüfgeräten

3.1 Einführung

Der zweite Teil dieses Buches befaßte sich u. a. mit den für den Fernsehservice erforderlichen Meß- und Prüfgeräten. Es wurden die Aufgaben der Geräte und die Anforderungen genannt, die man an sie stellt.

Nachstehend soll nun dargelegt werden, wie man die Geräte handhabt und sinnvoll beim Service einsetzt. Dabei werden im Einzelfall auch ihr grundsätzlicher Aufbau und ihre Funktion beschrieben. Die Reihenfolge der Betrachtungen entspricht der Aufzählung der Geräte im Abschnitt 2.4. Am Anfang stehen also die Spannungs- und Strommessungen unter Verwendung von Vielfach-Meßinstrumenten. Dies zu erwähnen, scheint deshalb notwendig, weil bei der praktischen Fehlersuche die Geräte so gebraucht werden, wie es der jeweilige Fall erfordert.

Bei dieser Gelegenheit sei noch darauf hingewiesen, daß Prüfen und Messen oft ineinander übergehen. Ein klares Abgrenzen dieser beiden Begriffe ist ebenso wie eine strenge Unterteilung in Prüf- und Meßgeräte für unsere Belange von untergeordneter Bedeutung. Ein Oszillograf kann z. B. einmal als Prüfgerät, ein andermal als Meßgerät verwendet werden, je nachdem, wie es der Zweck erheischt.

3.2 Spannungs- und Strommessungen mit Vielfach-Meßinstrumenten

3.21 Allgemeines

Spannungs- und Strommessungen gehören zur täglichen Praxis des Servicetechnikers. Er benutzt dafür meist die üblichen Vielfach-Meßinstrumente und weiß aus Erfahrung, wo ein „niederohmiges" Instrument mit 333 Ω/V, 500 Ω/V oder 1000 Ω/V, und wo ein „hochohmiges" mit 10 000 Ω/V, 33 300 Ω/V ... am Platze ist. Wodurch ist diese Erfahrung begründet?

Wollten wir die Spannung einer Batterie oder die vom Netzgleichrichter abgegebene Gleichspannung nachmessen, so ist es praktisch ohne Belang, ob wir das eine oder andere Instrument verwenden; die angezeigte Spannung ist in beiden Fällen gleich groß. Wenn wir aber Schirmgitterspannungen, gewisse Anodenspannungen oder gar die Gittervorspannungen bzw. Regelspannungen und bestimmte Spannungen an Halbleitern messen müssen, so wäre bei den „niederohmigen" Instrumenten der Eigenstromverbrauch so groß, daß erhebliche Fehlmessungen entstehen könnten.

Betrachten wir z. B. einen Fall nach **Bild 3.2–1**, wo die Aufgabe gestellt ist, den Spannungsabfall am Widerstand $R_2 = 120\,\text{k}\Omega$ zu messen. Was zeigen hier die verschiedenen Instrumente an?

Wir wollen das einmal berechnen. Die angelegte Betriebs-(Speise-)spannung – auch Quellspannung genannt – beträgt 160 V, die in Reihe geschalteten Widerstände haben einen Wert von

$$R_1 + R_2 = R_{ges}$$
$$200\,\text{k}\Omega + 120\,\text{k}\Omega = 320\,\text{k}\Omega$$

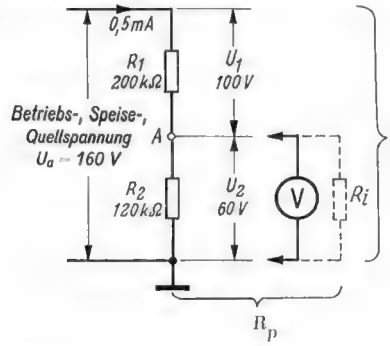


Bild 3.2–1 Spannungsmessung am hochohmigen Spannungsteiler

Es ergibt sich also ein Stromfluß von

$$I\ (\text{mA}) = \frac{U\ (\text{V})}{R\ (\text{k}\Omega)} = \frac{160}{320} = 0{,}5\ \text{mA}.$$

An R_1 entsteht nun ein Spannungsabfall von

$$U_1\ (\text{V}) = R_1\ (\text{k}\Omega) \cdot I\ (\text{mA}) = 200 \cdot 0{,}5 = 100\ \text{V},$$

an R_2 ein Spannungsabfall von

$$U_2\ (\text{V}) = R_2\ (\text{k}\Omega) \cdot I\ (\text{mA}) = 120 \cdot 0{,}5 = 60\ \text{V}.$$

Kontrolle:
$U_{ges} = U_1 + U_2 = 100 + 60 = 160\ \text{V}.$

Legen wir jetzt an R_2 einen Spannungsmesser mit 333 Ω/V und wählen wir einen Meßbereich von 150 V, so beträgt der Instrumentenwiderstand

$$R_i\ [\Omega] = 333\ \Omega/\text{V} \cdot 150\ \text{V} = 50\,000\ \Omega = 50\ \text{k}\Omega.$$

Dieser Instrumentenwiderstand R_i, parallel zu R_2 geschaltet, ergibt einen resultierenden Widerstand

$$R_p = \frac{R_2 \cdot R_i}{R_2 + R_i} = \frac{120 \cdot 50}{170} = 35{,}3\ \text{k}\Omega.$$

Aus dem resultierenden Parallelwiderstand R_p mit dem in Reihe geschalteten Festwiderstand R_1 errechnen wir dann einen Gesamtwiderstand

$$R_{ges} = R_1 + R_p = 200 + 35{,}3 = 235{,}3\ \text{k}\Omega.$$

Bei dieser neuen Belastung der Spannungsquelle fließt also ein Strom von

$$I = \frac{160}{235{,}3} = 0{,}68\ \text{mA}.$$

Das ergibt für die Parallelschaltung $R_p = R_2 \parallel R_i$ einen Spannungsabfall von

$$U_2 = R_2 \parallel R_i \cdot I = 35{,}3 \cdot 0{,}68 = 24\ \text{V}.$$

$$R_{ges} = R_1 + R_p = R_1 + \frac{R_2 \cdot R_i}{R_2 + R_i}$$

$$R_p = \frac{R_2 \cdot R_i}{R_2 + R_i}$$

Es werden mithin 24 V statt 60 V angezeigt, – eine absolute Fehlmessung; das Instrument von 333 Ω/V ist für diesen Fall zur genauen Bestimmung der Arbeitsspannung an R_2 *ungeeignet* und übernimmt nur die Aufgabe eines Indikators, der uns lediglich wissen läßt, daß überhaupt eine Spannung da ist.

Wie sind nun die Verhältnisse beim Gebrauch anderer Instrumente, etwa solcher mit 500 Ω/V, 1000 Ω/V, 10 000 Ω/V, 33 300 Ω/V und 100 000 Ω/V?

Hier könnte wieder eine Berechnung aufgeführt werden, entweder nach der vorgenannten Methode oder der folgenden, die etwas schneller zum Ziel führt:

$$\frac{U_Q}{U_2} = 1 + \frac{R_1}{R_2}$$

$$U_2 = U_Q \left(\frac{1}{1 + \frac{R_1}{R_2}} \right) \quad \text{(ohne Instrument)},$$

$$\frac{U_Q}{U_2} = 1 + \frac{R_1}{R_p}$$

$$U_2 = U_Q \left(\frac{1}{1 + \frac{R_1}{R_p}} \right) \quad \text{(mit Instrument)},$$

wobei, wie früher angegeben,

$$R_p = \frac{R_2 \cdot R_i}{R_2 + R_i} \quad \text{ist.}$$

Die Ergebnisse sind nachstehend tabelliert:

Instrument Ω/V	R_i im Meßbereich 150 V kΩ	Strom mA	Anzeige V	Fehlanzeige %
333	50	0,68	24	60
500	75	0,65	30	50
1 000	150	0,6	40	33,3
10 000	1 500	0,513	57	5
33 300	5 000	0,504	59	1,7
100 000	15 000	0,503	59,4	1

Aus dieser Tabelle ergibt sich die Folgerung, daß ein Meßgerät von 33 300 Ω/V der gegebenen Aufgabe gerecht wird; es entsteht eine Fehlanzeige von nur 1,7 %. Genauer brauchen wir nicht zu messen, da ja das Meßwerk selbst schon Anzeigefehler aufweist, bedingt z. B. u. a. durch Art und Güte der Lagerung, Aufbau und Dämpfung der Drehspule.

Gehört das Meßgerät zur Güteklasse 1,5 (im Gleichstrombereich), so beträgt der zulässige Anzeigefehler in Prozenten des Meßbereich-Endwertes ± 1,5 %. Das sind bei dem gewählten Meßbereich von 150 V rund ± 2,2 V. Bei ca. 60 V machen diese ± 2,2 V einen Anzeigefehler von 3,7 %, also mehr als die durch den Instrumentenwiderstand verursachte Fehlanzeige von 1,7 % aus. Wir könnten für das genannte Meßbeispiel sogar ein Instrument von 10 000 Ω/V wählen und hätten dann durch die Meßmethode eine Fehlanzeige von 5 %.

Weniger zufriedenstellend wären unsere Meßergebnisse aber, wenn der hochohmige Vorwiderstand R_1 um das Mehrfache größer als 200 kΩ ist. In diesem Fall, d. h. unter Beibehaltung des Wertes $R_2 = 120$ kΩ und der „Quellspannung" von 160 V, würde entsprechend der Verhältnisgleichung

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{U_1}{U_2}$$

die Spannung U_2 proportional kleiner sein. Man müßte also das Meßinstrument auf einen niedrigeren Bereich schalten, von 150 V vielleicht auf 60 oder 30 oder sogar auf 6 V. Damit würde sich aber der innere Widerstand des Meßgerätes verringern und das Meßergebnis erheblich verfälschen. Wir würden uns dem Grenzfall nähern, in dem die normale Spannungsmessung unmöglich wird und über die Messung des Querstromes die gesuchte Spannung rechnerisch zu ermitteln wäre.

Niedrige Spannungswerte an hochohmigen Spannungsquellen (Gittervorspannungen, Regelspannungen) direkt zu messen geschieht am besten mit *elektronischen Voltmetern* (siehe Abschnitt 3.3).

Aus diesen Vorbetrachtungen über Spannungsmessungen können wir folgenden *Erfahrungssatz* ableiten:

Mißt man mit einem Vielfachinstrument eine Spannung hinter einem hochohmigen Vorwiderstand, so ist der angezeigte Wert grundsätzlich kleiner als der tatsächlich ohne Meßwiderstand vorhandene Wert.

Grund:

Meßgerät hat Eigenverbrauch. Dieser erzeugt zusätzlichen Spannungsabfall am Vorwiderstand.

Folgerung:

Eigenverbrauch des Instrumentes so klein wie möglich halten. Dies bedeutet für die Praxis: Instrument mit möglichst hohem charakteristischem Widerstand (Ω/V) bei möglichst hohem Meßbereich (Instrumenten-Vorwiderstand) verwenden.

Bei der Wahl des Meßbereiches beachten, daß Ausschlag möglichst nicht unter 1/3 des Gesamtausschlages sinkt (Ansteigen der Meßfehler-Prozente).

3.22 Praktische Anwendung

3.221 Korrektur der Zeigerstellung und Empfindlichkeit

Vor jeder Messung ist darauf zu achten, daß der Zeiger *genau auf dem Nullpunkt* steht. Die Nullpunktlage eines Instrumentes kann meist durch einen Hebelmechanismus korrigiert werden. Dieser besteht aus einem Bügel, der an seinem oberen Ende mit der Rückstellfeder verbunden ist und in dessen unteres gabelförmiges Ende der exzentrisch angeordnete Zapfen der Verstellschraube eingreift.

Für das Nachstellen der fabrikseitig festgelegten Empfindlichkeit – zum Beispiel von 0,94 mA auf 1 mA bei Endausschlag – dient der *magnetische Nebenschluß*. Er besteht aus einem schräggeschnittenen Blechstreifen, der über die Pole des Instrumenten-Magneten schiebbar ist und einen Teil der Kraftlinien ableitet. Dieser Nebenschluß, der erst nach Öffnen des Instrumentengehäuses zugänglich ist, wird vom Hersteller versiegelt und ist nach einem notwendigen Neuabgleich (Vergleich mit Eich- oder Normalinstrument) wieder sehr sorgfältig in der ermittelten Einstellung festzulegen (Lacktropfen).

3.222 Relativmessungen

Eine große Vereinfachung der Messungen ergibt sich für den Praktiker oft dadurch, daß in den Kundendienst-Schaltbildern der Fabriken *Relativwerte* angegeben sind, d. h. Spannungsbeträge, die mit einem bestimmten Instrument ermittelt wurden und sich mit einem gleichartigen Meßgerät natürlich auch leicht kontrollieren lassen. Früher legte man dafür Meßgeräte mit 500 oder 1000 Ω/V zugrunde, heute wählt man dafür Instrumente, die in den benötigten Meßbereichen so hohe Widerstandswerte aufweisen, daß eine Beeinflussung der Meßwerte innerhalb der zulässigen Toleranzen liegt, z. B. Meßinstrumente mit mehr als 25 000 Ω/V. Benutzen wir ein niederohmigeres Meßgerät, so erhalten wir also kleinere Meßwerte.

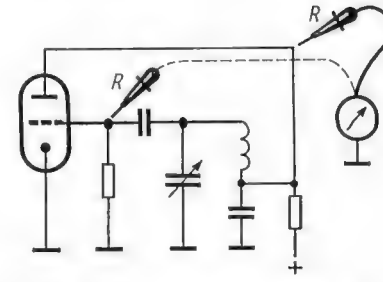


Bild 3.2–2 Gleichspannungsmessungen an „heißen Punkten" des Oszillators

3.223 Gleichspannungsmessungen an kritischen Stellen

Die Gleichspannung an „heißen" Punkten, z. B. direkt an der Anode einer Hf/Zf-Röhre oder an der Videoröhre, läßt sich ohne Verfälschung oder kapazitive Belastung messen, wenn man das Instrument über einen hochohmigen Widerstand anschließt, der an der Meßschnur unmittelbar vor dem Meßpunkt nach Art eines Tastkopfes eingeschaltet wird. Ist dieser Widerstand gerade so groß wie der Eigenwiderstand des Instrumentes beim eingestellten Meßbereich, so müssen wir das Meßergebnis mit 2 multiplizieren. Diese Methode ist auch brauchbar, wenn wir die Schwingspannung eines Oszillators direkt am Gitter messen wollen. Ebenso kann man an der Anode des Oszillators die Gleichspannung direkt messen, ohne den Oszillator wesentlich zu verstimmen oder zu belasten **(Bild 3.2–2).**

3.224 Hochspannungsmessungen

Die Hochspannung im Fernsehempfänger läßt sich mit einem hochohmigen Instrument unter Zwischenschaltung eines Vorwiderstandes messen. Steht z. B. ein Meßinstrument mit 25 kΩ/V und 600-V-Bereich zur Verfügung, so beträgt der Eigenwiderstand in diesem Bereich 25 kΩ/V x 600 V = 15 MΩ. Um den Meßbereich auf 30 kV zu erweitern, muß man den Gesamtwiderstand auf 25 kΩ/V x 30 kV = 750 MΩ erhöhen, d. h. einen Vorwiderstand von 750 –15 = 735 MΩ vor

das Instrument schalten. Dieser Vorwiderstand wird in einem hochspannungsfesten Tastkopf untergebracht. Einige Widerstandsfabriken liefern derartige Spezialwiderstände, z. B. die Firmen Dr. H. Bausenhart, Lahr/Schwarzwald; Resista, Landshut; Rosenthal, Selb/Bayern), jedoch kann man sich bei genügender Erfahrung und unter Beachtung der VDE-Vorschriften den Widerstand auch aus mehreren einzelnen Widerständen zusammenbauen.

3.225 Strommessungen

Wer bei Messungen z. B. des Schirmgitter-, Katoden- oder Anodenstromes das besonders bei gedruckten Schaltungen zeitraubende Auftrennen einer Leitung vermeiden will oder nur einen Spannungsmesser zur Hand hat, kann den Stromwert auch auf eine andere Meßart ermitteln.

Nach **Bild 3.2–3** beruht die Methode darauf, an einem im Meßkreis vorhandenen bekannten Widerstand mit einem gegen diesen Widerstand sehr hochohmigen Instrument die Spannung zu messen und dann aus dem Spannungsabfall nach dem ohmschen Gesetz den Strom zu berechnen:

$$I\,[\mathrm{A}] = \frac{U\,[\mathrm{V}]}{R\,[\Omega]} \qquad \text{bzw. } I\,[\mathrm{mA}] = \frac{U\,[\mathrm{V}]}{R\,[\mathrm{k}\Omega]}$$

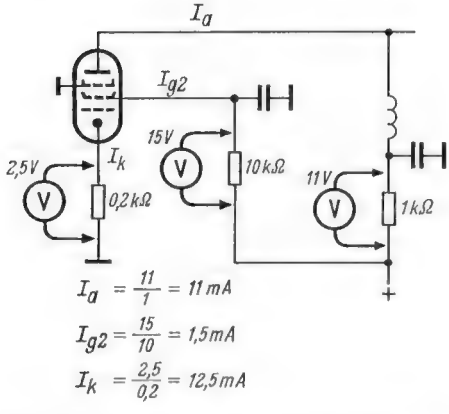


Bild 3.2–3 Strommessung durch Spannungsmessung an Widerständen

Wir müssen natürlich beachten, daß defekte oder falsche Widerstände das Meßergebnis verfälschen würden. Anderseits können solche Widerstände sofort mit dieser Methode erkannt werden, weil das Meßergebnis meist so auffallend abweichend ist, daß man darauf aufmerksam wird.

3.226 Wechselspannungsmessungen

Für Wechselspannungsmessungen sind die Vielfachinstrumente – wie schon unter 2.42 angegeben – mit besonderen Meßgleichrichtern ausgestattet. Gemessen wird je nach Schaltung des Gleichrichterteiles ein Wert zwischen dem arithmetischen Mittel und der Spitzenspannung. Mit der Beschränkung auf Sinusspannungen läßt sich dann eine Eichung in Effektivwerten angeben. Man muß allerdings beachten, daß sich infolge der Zuschaltung des Gleichrichters der Innenwiderstand des Instrumentes meist verringert. Dadurch erhöht sich der Stromverbrauch bei Wechselspannungsmessungen, und der charakteristische Widerstand des Instrumentes nimmt einen niedrigeren Wert an.

An dieser Stelle sei noch einmal erwähnt, daß durch die Nichtlinearität der Gleichrichter-Kennlinie eine lineare Skala nicht zu verwirklichen ist. Der Skalenanfang erscheint immer zusammengedrückt, das Ende gedehnt. Vielfachinstrumente verfügen deshalb meist über zwei getrennte Skalen, die eine für den Wechselstrom-, die andere für den Gleichstrombereich.

Bei Wechselstrom spielt die *Meßfrequenz* eine große Rolle. Normale Meßinstrumente erlauben Messungen im Tonfrequenzbereich bis etwa 20 000 Hz. Besondere Meßinstrumente mit Thermokreuzen oder Germaniumdioden lassen auch Messungen bei Frequenzen bis etwa 100 (200) MHz zu. Unangenehm ist jedoch der erhöhte Leistungsbedarf dieser Geräte. Deshalb werden Hf-Messungen in der Regel mit dem elektronischen Voltmeter vorgenommen (Abschnitt 3.34).

3.3 Messungen mit dem elektronischen Voltmeter

Das elektronische Voltmeter hat – wie schon unter 2.43 ausgeführt – seine große Bedeutung bei Messungen an hochohmigen Spannungsquellen, weil diese durch solch ein Voltmeter praktisch nicht belastet werden. Man kann mit ihm auch Wechselspannungsmessungen bis zu den höchsten Frequenzen durchführen, sofern man einen geeigneten Diodentastkopf verwendet. Außerdem läßt sich mit den meisten elektronischen Voltmetern die Größe von Widerständen bestimmen, so daß eine universelle Verwendung möglich ist. Röhrenvoltmeter weisen allerdings einige Nachteile auf, z. B. den im allgemeinen asymmetrischen Eingang, die netzgebundene Betriebsstromquelle und eine gewisse Anlaufzeit bis zur Betriebsbereitschaft.

Da bei der Messung – wie bei den Vielfachinstrumenten – angelegte Wechselspannungen gleichgerichtet werden, ist eine fehlerfreie Anzeige nur bei weitgehender Sinusform möglich.

Wie mit dem elektronischen Voltmeter gemessen wird, wo sein Gebrauch vorteilhaft oder unumgänglich ist und wo andere Meßgeräte besser am Platz sind, soll im folgenden dargelegt werden.

3.31 Grundsätzliche Bedienung

Das Arbeiten mit elektronischen Voltmetern erfordert schon etwas mehr Erfahrung als der Gebrauch normaler Meßgeräte. Deshalb sollten alle, die es erstmalig benutzen, eingehend die *Bedienungsanleitung studieren*. Wir müssen so gut darüber orientiert sein, daß es keiner langen Überlegung mehr bedarf, wo was für welchen Zweck einzustellen und anzuschalten ist. Dies gilt natürlich auch für den richtigen Gebrauch des Zubehörs, der Meßschnüre und Tastköpfe. Die Kenntnis der Schaltung und Funktion seines Meßgerätes ist für den Benutzer wohl interessant, doch nicht von so primärer Bedeutung, daß man sich gleich damit beschäftigen muß. Eingriffe in das Innere für den Reparaturfall setzen sehr große Sachkenntnis voraus, man überlasse dies lieber einem Meßtechniker bzw. der Servicestelle der Fabrik.

Das Betätigen der Bereichs- und Betriebsartenschalter sowie die Wahl der Meßkabel und Tastköpfe richtet sich nach der Art der Messung (siehe die folgenden Abschnitte und die Bedienungsanleitung).

Wichtig ist stets die *elektrische Nullpunkt-Einstellung*. Sie erfolgt mit kurzgeschlossenen Meßschnüren an Hand eines besonderen Korrekturknopfes.

3.32 Gleichspannungsmessungen

Der Meßbereich eines elektronischen Voltmeters für Gleichspannungen geht üblicherweise von 0 bis 1000 (1500) V bei Unterteilung dieses Bereiches in mehrere Stufen. Der Eingangswiderstand liegt meist zwischen 10 und 100 MΩ. Da derartige Werte auch in niedrigen Meßbereichen erzielt werden, ist das elektronische Voltmeter selbst den hochohmigsten Drehspulinstrumenten überlegen. Die Meßgenauigkeit von ± 3...5 Prozent genügt den praktischen Ansprüchen.

In diesem Zusammenhang sei aber darauf hingewiesen, daß bei Röhrenvoltmetern immer ein Pol *an Masse* liegt und richtige Meßergebnisse nur dann zu erhalten sind, wenn auch ein Pol des Meßobjektes Masseverbindung hat. In der Praxis ist das zwar durchweg der Fall; trotzdem muß dieser Hinweis sorgfältig beachtet werden. Man *lege also stets den Massepol des Röhrenvoltmeters an den Massepol des Meßobjekts*. Als vorteilhaft erweist sich der bei verschiedenen elektronischen Voltmetern vorhandene *Polumschalter*, mit dem man im Bedarfsfall schnell und bequem die Polarität der Anschlüsse wechseln kann, ohne sie erst an den Klemmen vertauschen zu müssen. Bei positivem Potential gegen Masse stellen wir dann den Polumschalter auf ⊕, bei negati-

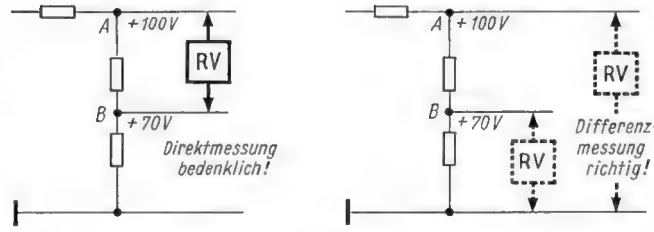


Bild 3.3–1 Messungen zwischen „heißen" Punkten mit einem Röhrenvoltmeter

vem Potential (Gittervorspannungen, Regelspannungen) auf ⊖. Kann die Meßspannung in bezug auf den Massepunkt sowohl positiv als auch negativ sein (Diskriminatorabgleich!), so läßt sich bei manchen Ausführungen der Nullpunkt auf die Mitte der Skala einstellen.

Der Anschluß an den Meßpunkt erfolgt über ein besonderes Meßkabel mit Prüfspitze. Zuvor ist die Prüfspitze mit der Masseleitung kurzzuschließen und – wie bereits erwähnt – mit der Nullpunkt-Korrektur auf Null-Lage des Zeigers einzupegeln. Die richtige Stellung des Bereichsschalters dürfen wir natürlich auch nicht vergessen.

Soll einmal mit einem Röhrenvoltmeter eine Gleichspannung zwischen zwei „heißen" Punkten, das heißt zwischen zwei gegenüber der Masse positiven Potentialen A und B, bestimmt werden, so empfiehlt es sich, jeweils A und B gegen Masse zu messen und die Differenz zu bilden **(Bild 3.3–1).**

3.33 Hochspannungsmessungen

Für Hochspannungsmessungen an der Bildröhre oder am Zeilen-Ausgangstransformator benutzen wir das elektronische Voltmeter mit einem angepaßten Tastkopf (Bereich 3, 10, 25 oder 30 kV – Bild 2.43–1). Es versteht sich von selbst, daß hierbei größte Vorsicht zu üben ist und die einschlägigen Bestimmungen beachtet werden müssen. Allstromgeräte als Meßobjekte sind unter Verwendung eines Trenntransformators galvanisch vom Netz zu trennen.

3.34 Wechselspannungsmessungen

Gerade hier ergibt sich die Frage, bei welchen Meßaufgaben und Frequenzbereichen das elektronische Voltmeter zweckmäßig eingesetzt wird.

3.341 Netz- und Transformatorspannungen

Bei Messungen am Lichtnetz benutzen wir am besten das normale Vielfachinstrument. Der Eingangswiderstand des Instrumentes spielt dabei keine Rolle.

3.342 Wechselspannungen im Niederfrequenzbereich

Für Wechselspannungen im Frequenzbereich bis zu 20 kHz liegt der Eingangswiderstand des elektronischen Voltmeters in der Größenordnung von 1 MΩ. Messungen tonfrequenter Wechselspannungen lassen sich also praktisch belastungsfrei ausführen.

Da es nun hochohmige Instrumente gibt, die bei etwa 10 000 Ω/V noch für Frequenzen bis 20 000 Hz fast fehlerfrei verwendbar sind, wird für solche Zwecke das elektronische Voltmeter nicht unbedingt benötigt, es sei denn, daß es sich um Spannungen in der Größenordnung von mV oder noch weniger handelt. Ein anderes Gerät zum Messen niederfrequenter Spannungen ist schließlich der Elektronenstrahl-Oszillograf, der ja auf jeden Fall in der Servicewerkstatt vorhanden sein muß und für diese Messungen auf dem Schirm spannungseichbar ist. Die gleichzeitige Möglichkeit, hierbei die Kurvenform zu kontrollieren, bedeutet meist einen großen Vorteil und schützt vor Fehlmessungen. Diese sind beim elektronischen Voltmeter leicht möglich, zum Beispiel durch nichtsinusförmige Spannungen oder Brummeinstreuungen. Auch Fehler durch Oberwellen und Fremdspannungen sind mit dem

Oszillografen unmittelbar und eindeutig zu erkennen.

Als anschaulicher Beweis sei die Messung des Restbrummens an den Lautsprecherklemmen eines Fernsehempfängers angeführt. Mit dem elektronischen Voltmeter mißt man zum Beispiel 0,5 V_{eff}. Eine Kontrolle mit dem Oszillografen ergibt, daß die Spannung zwar in der Größenordnung richtig liegt, aber das eigentliche Brummen viel geringer ist und die Mehrspannung durch einstreuende Spannungen des Ablenkteiles zustande kommt. Das Oszillogramm zeigt dann die Zusammensetzung aus Netzbrummen, Zeilen- und vielleicht noch Bildkippspannung.

3.343 Wechselspannungen bis 300 MHz

Auch diese Messungen lassen sich noch mit elektronischen Voltmetern ausführen. Wir müssen jedoch einkalkulieren, daß das Meßobjekt durch den Anschluß verstimmt und erheblich belastet wird. Der Eingangswiderstand liegt bei derartigen Frequenzen, auch wenn man mit einem Tastkopf arbeitet, oft nur bei einigen kΩ. Nun besteht für solche Messungen in der Reparaturpraxis allerdings so gut wie kein Bedarf. Für die Servicewerkstatt ist es daher bedeutungslos, ob das elektronische Voltmeter bis 30 oder bis 300 MHz verwendbar ist.

3.35 Dezibelmessungen

Weist das elektronische Voltmeter im Skalenfeld eine dB-Teilung auf (Eichung in absolutem Spannungspegel), so können wir auch die in solchen Zahlenverhältnissen ausgedrückten Dämpfungen und Verstärkungen in Abhängigkeit von der Frequenz messen. Der Bereichschalter ist hierbei je nach Typ auf eine bestimmte Stellung, zum Beispiel auf 2,5 oder 3 V zu schalten, der Meßartwähler auf die Stellung +, − bzw. ∼.

Praktisch ist eine Skala mit −dB- und + dB-Teilung (Bild 2.43–2). Wir fixieren dann zum Beispiel einen Sollwert mit dem Einsteller für die Eingangsspannung unseres Meßobjektes auf den Skalenpunkt ± 0 dB und lesen mit fallender oder mit wachsender Frequenz die etwaigen Abweichungen vom Sollwert in negativen bzw. positiven dB-Werten ab. Hierbei sei daran erinnert, daß z. B. die Grenzfrequenzen für die Bandbreite bei 3 dB (30 %) Abfall vom Sollwert liegen.

Es kann nun vorkommen, daß bei Skalen mit negativen und positiven dB-Werten die eine oder andere Seite für die Messung nicht ausreicht. In diesem Fall schaltet man auf den nächsthöheren oder nächstniedrigeren Bereich um und addiert den zum Verhältnis des Meßbereichsprunges gehörenden dB-Wert, der in der Regel auf der Meßbereichskala neben den absoluten Spannungswerten angegeben ist.

3.36 Gleichstrommessungen

Aus Gründen universeller Anwendungsmöglichkeit sind die Spannungsmeßbereiche oft durch Strommeßbereiche ergänzt.

An sich führt man Strommessungen am besten nach dem im Abschnitt 3.225 angegebenen Verfahren durch, weil hierbei die Schaltung nicht aufgetrennt zu werden braucht. Ferner ergibt sich durch die „hochohmige" Spannungsmessung der Vorzug, daß wir auch sehr kleine Ströme messen können. Wenn wir z. B. im 1-V-Bereich noch 0,02 V gut abzulesen vermögen, entspräche dieser Wert an einem Außenwiderstand von 1 MΩ einem Strom von 0,02 µA.

3.37 Widerstandsmessungen

Jedes Gleichspannungsinstrument läßt sich bekanntlich zur Widerstandsmessung verwenden. Auch bei vielen elektronischen Voltmetern hat man diese Meßmöglichkeit vorgesehen. Eine in Ω geeichte Skala gestattet direkte Ablesung; die erforderliche Meßspannung wird einer eingebauten Trockenbatterie (Monozelle), einer Deac-Zelle mit Ladeeinrichtung oder dem Netzanschlußteil entnommen. Der Meßartwähler ist auf das Symbol Ω, der Bereichschalter auf den entsprechenden Ohmbereich zu stellen.

Vor der Messung müssen wir zunächst die Eichpunkte 0 und ∞ entsprechend der Bedienungsanleitung kontrollieren. Das Meßgerät ist jetzt nicht nur Spannungsverbraucher, sondern auch Spannungsgenerator. Die dazu notwendigen Umschaltungen verschieben in der Regel etwas die für gewöhnliche Messungen geltenden Eichungen, daher diese Kontrolle.

Achtung! Läßt sich bei bestimmten Fabrikaten im Falle der Widerstandsmessung durch Drehen des dafür vorgesehenen Einstellknopfes (oder einer Schlitzschraube) der Endausschlag des Zeigers nicht mehr erreichen, so ist meist die eingebaute Batterie erschöpft.

3.38 Praktische Regeln

Abschließend seien noch einmal die Hauptpunkte bei Messungen mit elektronischen Voltmetern zusammengestellt:

Vor wichtigen Messungen muß man die Nullpunktlage und Eichung kontrollieren.

Impulsspannungen lassen sich mit dem elektronischen Voltmeter ebensowenig wie mit dem Vielfachinstrument messen, da der Anzeige eine sinusförmige Spannung zugrunde gelegt ist. Für Impulsspannungen kommt nur der Oszillograf in Frage.

Die Meßgenauigkeit der elektronischen Voltmeter ist im allgemeinen nicht so groß wie die eines Vielfachinstruments, genügt aber den praktischen Ansprüchen des Fernsehservice.

Für Röhrenvoltmeter gilt zusätzlich: Nach dem Einschalten sind einige Minuten Zeit zur Erwärmung notwendig, bevor die richtige Anzeige erreicht wird.

Eine der Meßbuchsen ist mit Masse verbunden; sie muß also an den kalten Pol der Meßspannung gelegt werden. Es ist zu prüfen, ob nicht Fremdspannungen das Meßergebnis verfälschen.

3.4 Oszillografieren

Unter Oszillografieren wollen wir hier ganz allgemein das sichtbare Darstellen von elektrischen Größen auf dem Schirm einer Oszillografenröhre verstehen, gleichgültig, ob nur ein Strich oder ein verwickelter Kurvenzug, im letzteren Fall wiederum eine Schwingung bzw. ein Impuls oder beispielsweise Resonanzkurven oder Kennlinien, geschrieben werden. In den meisten Fällen wird es sich um zeitabhängige Vorgänge handeln. Mit dem „Darstellen" verknüpfen sich dann auch alle dafür notwendigen Vorbereitungsarbeiten und Bedienungsvorgänge am Oszillografen. Die Darstellung selbst, also das Bild auf dem Schirm, ist das Oszillogramm. Es kann gegebenenfalls auch quantitativ ausgewertet werden.

3.41 Aufbau und Wirkungsweise eines Elektronenstrahl-Oszillografen

Das Kernstück des Elektronenstrahl-Oszillografen ist die Sichtröhre **(Bild 3.4–1).** Ähnlich wie bei einer Verstärkerröhre, nur in zweckentsprechender Abwandlung, treten aus der topfförmigen Glühkatode k Elektronen heraus, die von der Anode a_1 und dem Schirmgitter g_3 durch die Öffnung des Gitters g_1 (auch Wehneltzylinder genannt) in Richtung des Leuchtschirmes beschleunigt werden. Die Elektronen bilden einen Strahl und zerstreuen sich, einander abstoßend, anfänglich wie die Schrotkörner aus einer Jagdflinte. Das elektrische Feld zwischen den verschiedenen Elektroden der Röhre wirkt aber wie eine optische Linse (Elektronenoptik). Sie bündelt den Strahl, so daß die-

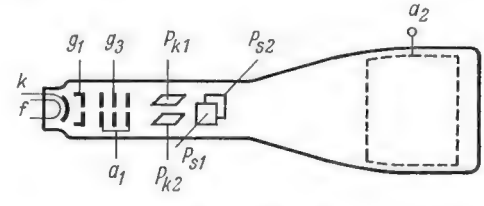


Bild 3.4–1 Sichtröhre schematisch

ser punktförmig auf dem Leuchtschirm auftritt und einen hellen, scharfen Leuchtfleck erzeugt. An der Anode a_1, die durch einen Grafitbelag innerhalb des Röhrenkolbens (a_2) vergrößert ist, liegt eine feste hohe Spannung gegen k. Sie beträgt bei Röhren mit Schirmdurchmesser von 7 cm etwa 800 V, bei größeren Röhren 1000...3000 V. Bei modernen Sichtröhren erhält a_2 eine eigene Anodenspannung von doppelter Größe wie a_1. Es erfolgt dadurch eine Nachbeschleunigung, mit der sich hohe Ablenkempfindlichkeit und große Leuchtdichte vereinen lassen. Die Hochspannungen werden über eine besondere Wicklung des Netztransformators in Verbindung mit einem Gleichrichter gewonnen.

Durch Ändern der Spannung an g_3 im Bereich von beispielsweise 40...110 V läßt sich die bündelnde (fokussierende) Wirkung der Elektronenoptik verändern. Hier wird also die Punktschärfe eingestellt.

Die negative Spannung am Gitter g_1 ist ebenfalls einstellbar, z. B. von –20 V bis –50 V. Von ihrer Größe hängt die Anzahl der austretenden Elektronen, d. h. die Helligkeit des Leuchtfleckes ab.

Auf seinem Weg zum Schirm läuft der Strahl durch zwei Plattenpaare hindurch **(Bild 3.4–2)**. Sie stellen Kondensatoren mit dem Vakuum der Röhre als Dielektrikum dar und sind um 90° gegeneinander versetzt. Dadurch ist es möglich, den Strahl in horizontaler und vertikaler Richtung (X- und Y-Achse) auszulenken. Ist die eine Platte positiv, die gegenüberliegende negativ gepolt, so wird der Strahl zur positiven Platte hin abgebogen, da die Elektronen von dieser angezogen und von der negativen Platte abgestoßen werden. Der Endpunkt des Strahles, d. h. der Leuchtfleck auf dem Bildschirm, wandert je nach Größe der Spannung aus seiner Ruhelage.

Legt man eine Wechselspannung an die Platten, so wird der Strahl – und damit der Leuchtfleck auf dem Schirm – im Takt der Frequenz dieser Spannung hin- und herbewegt, auch dann, wenn die Frequenz im Bereich einiger MHz liegt. Die Ablenkung ist also praktisch trägheitslos. Das Auge nimmt

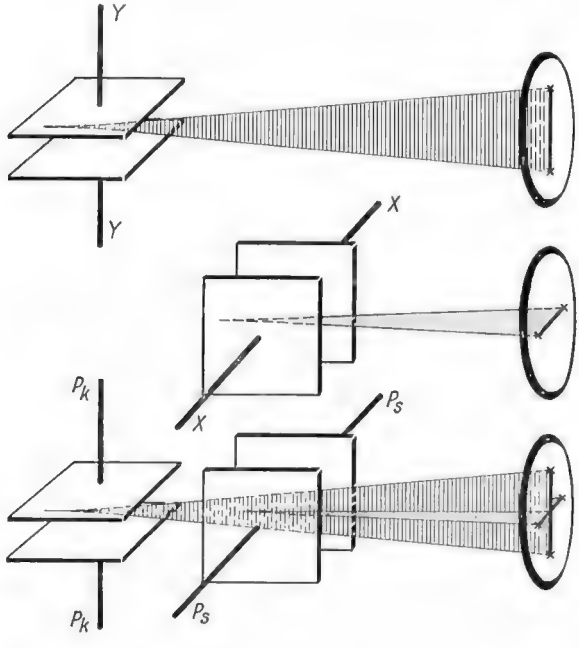


Bild 3.4–2 Ablenkung des Elektronenstrahles: oben vertikal, Mitte horizontal, unten kombiniert

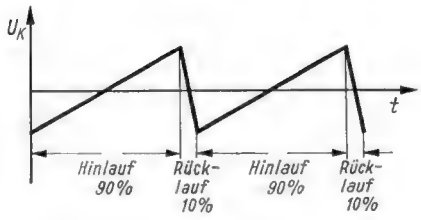


Bild 3.4–3 Sägezahnspannung

die Bewegung des Leuchtfleckes als Leuchtstrich wahr.

Auch bei der Fernseh-Bildröhre erfolgt bekanntlich eine derartige Ablenkung, jedoch keine elektrostatische, sondern eine elektromagnetische, da sich auf diese Weise größere Ablenkwinkel und somit kürzere Baulängen erzielen lassen.

Will man die Größe einer Wechselspannung darstellen, so führt man sie über geeignete Schaltungen (Spannungsteiler, Verstärker) dem horizontal liegenden Plattenpaar P_k zu (Y-Platten, Meßplatten). Dieses ist nach Bild 3.4–1 der Katode benachbart. Die Länge des dann entstehenden vertikalen Leuchtstriches gibt ein Maß für die Spitzenhöhe der Spannung (V_{ss}). Über den zeitlichen Verlauf der Spannung wird dabei aber noch nichts ausgesagt. Wir vermögen beispielsweise nicht zu erkennen, ob es sich um eine sinusförmige oder eine rechteckige Wechselspannung handelt. Erst wenn man den Schreibstrahl gleichzeitig horizontal ablenkt, löst sich die Vertikallinie zu einem Kurvenbild auf.

Um eine der zeitlichen Änderung der Spannung linear entsprechende Darstellung des Kurvenbildes zu bekommen, ist es notwendig, dem horizontal ablenkenden Plattenpaar P_s (X-Platten, Zeitplatten), das dem Schirm benachbart ist, eine Spannung zuzuführen, die von einem bestimmten Wert an geradlinig wächst, bis eine Höchstgrenze erreicht ist, dann aber sehr schnell auf den Anfangswert zurücksinkt. Diese Spannung, als Funktion der Zeit, hat demnach die Form eines Sägezahns **(Bild 3.4–3).** Sie wird – ähnlich wie beim Fernsehgerät – in einem eigens dafür vorgesehenen Sägezahngenerator, dem Kippgerät (Multivibrator, Sperrschwinger, Miller-Integrator, Bootstrap . . .),

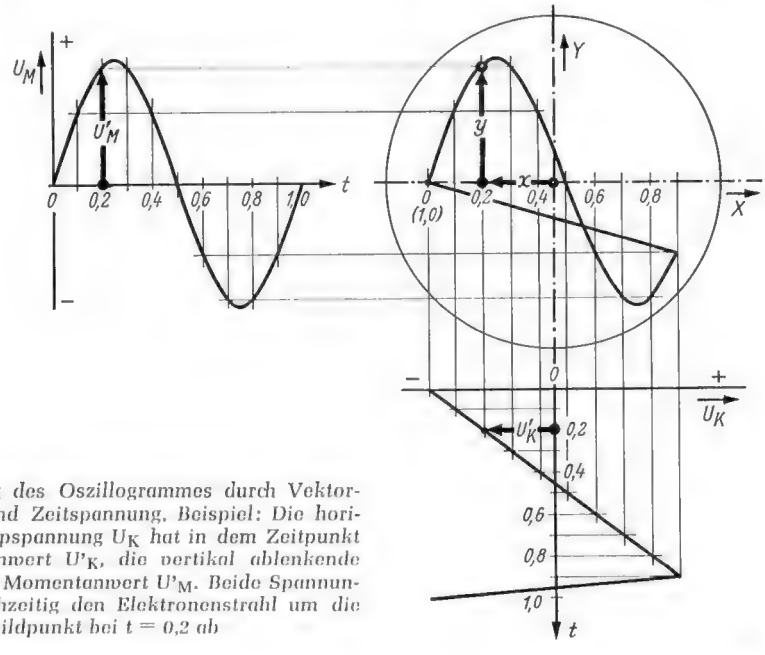


Bild 3.4–4 Entstehung des Oszillogrammes durch Vektor-Addition von Meß- und Zeitspannung. Beispiel: Die horizontal ablenkende Kippspannung U_K hat in dem Zeitpunkt $t = 0{,}2$ den Momentanwert U'_K, die vertikal ablenkende Meßspannung U_M den Momentanwert U'_M. Beide Spannungen lenken also gleichzeitig den Elektronenstrahl um die Längen x und y zum Bildpunkt bei $t = 0{,}2$ ab

erzeugt. Die Kippfrequenz, d. h. die Anzahl der Sägezähne/sec, ist allerdings keine Festfrequenz (15 625 Hz bzw. 50 Hz), sondern sie läßt sich mittels Grob- und Feinsteller innerhalb gegebener Grenzen, z. B. zwischen 3 Hz und 250 kHz, beliebig wählen. Ebenso ist die Amplitude der Kippspannung einstellbar.

Wir erkennen in **Bild 3.4–4** deutlich, daß während der Zeit, in der die Kippspannung den Elektronenstrahl in der X-Achse ablenkt, die Sinusspannung an den Y-Platten zugleich eine Auslenkung des Strahles nach oben (positive Halbwelle) und nach unten (negative Halbwelle) bewirkt.

Die Auslenkung ist also die *vektorielle Summe* der horizontalen und der vertikalen Komponente, wobei sich auf dem Sichtschirm der Oszillografenröhre eine fast vollständige Sinuskurve zeigt. Der Kurvenzug für die Zeit 0,9 bis 1,0 stellt den Rücklauf des Leuchtfleckes dar. Er erfolgt während der Zeit, in der der Kippspannungsverlauf seinen absteigenden Ast hat. Der Rücklauf muß so schnell erfolgen, daß keine oder nur eine geringe Lücke in der Beobachtung des Schirmbildes eintritt. Im Bild 3.4–3 und 3.4–4 wurde er z. B. mit 10 % der Zeitdauer der gesamten Kippschwingung angenommen. Um ein Verwischen des Schirmbildes zu vermeiden, wird – wie bei der Fernsehbildröhre – der Leuchtfleck während der Rückführung unsichtbar gemacht, indem man an den Wehneltzylinder eine Sperrspannung anlegt.

Wie sich das Oszillogramm unter dem Einfluß verschiedener Kippspannungen und -frequenzen verhält, ist in den **Bildern 3.4–5a** bis **3.4–5e** dargestellt.

Das Oszillogramm a) zeigt noch einmal das Ergebnis der Konstruktion von 3.4–4, lediglich mit dem Unterschied, daß Meßspannung, Kippspannung und Oszillogramm der besseren Übersichtlichkeit wegen nebeneinander gezeichnet sind. Zufolge der Gleichheit beider Frequenzen zeigt das Bild eine Periode einer Sinusschwingung. Die Gleichheit der Amplituden drückt sich in der gleichen Ausdehnung sowohl in X- wie auch in Y-Richtung aus. Um den abgebildeten Kurvenzug kann ein Quadrat beschrieben werden.

In b) ist die Amplitude der Kippspannung auf die Hälfte gesunken; damit hat sich die Ausdehnung des Kurvenzuges in X-Richtung ebenfalls halbiert, und aus dem oben erwähnten umbeschriebenen Quadrat ist ein Rechteck geworden.

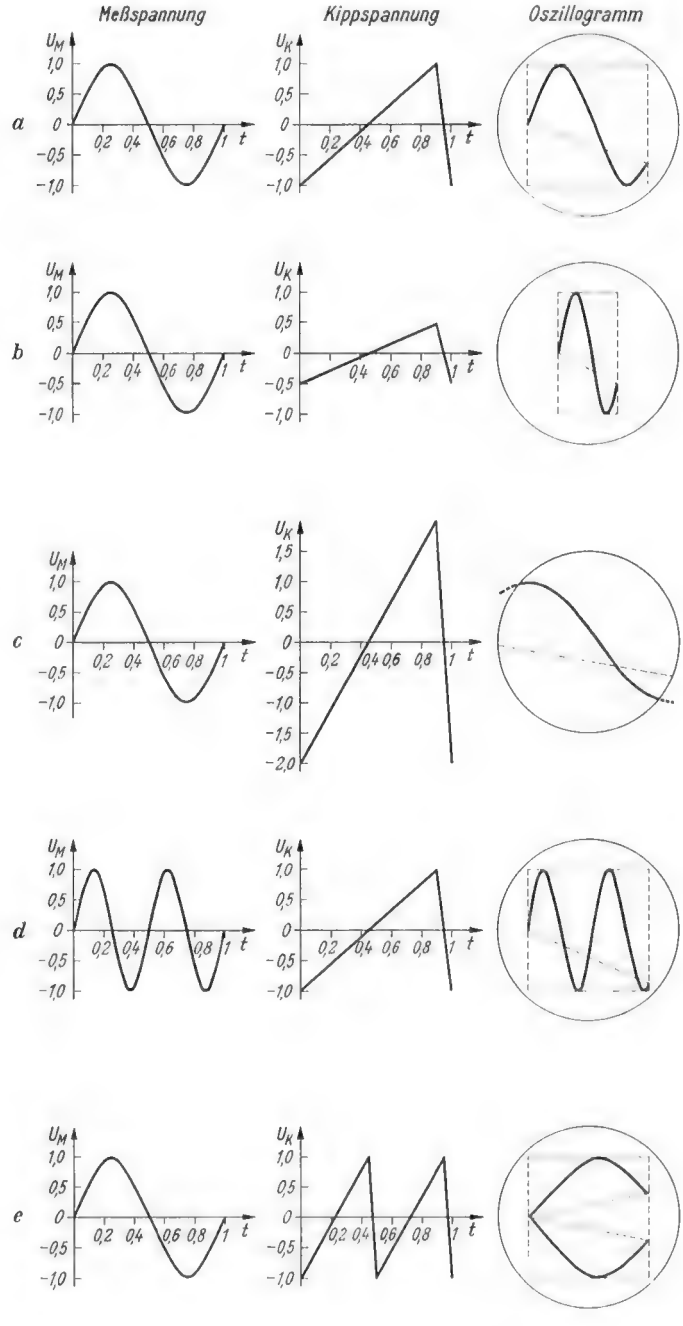
In c) ist die Amplitude der Kippspannung auf das Doppelte der Amplitude in a) angewachsen. Das Oszillogramm reicht jetzt weit über den Rand des Sichtschirmes hinaus. Es erscheint stark gedehnt und bietet die Möglichkeit, Einzelheiten eines längeren Kurvenzuges genauer zu betrachten. Von dieser sogenannten *Zeitdehnung* wird bei modernen Oszillografen häufig Gebrauch gemacht. In der Regel wird dabei eine stärkere Dehnung (4- oder 5fach) als die im Beispiel benutzte Verdoppelung gewählt. Durch geeignete seitliche Verschiebungsmöglichkeiten des Oszillogrammes ist dann noch dafür zu sorgen, daß jeder beliebige Teil der Kurve in die Bildmitte gerückt werden kann.

Eine solche Art der Zeitdehnung hat gegenüber der unter c) noch angeführten Erhöhung der Kippfrequenz den Vorteil, daß keine Mehrfachbilder entstehen, die ineinander geschrieben werden. Ferner sind an den Kippgenerator bzw. Verstärker keine zusätzlichen Forderungen nach einer höheren Grenzfrequenz zu stellen.

Was in b) und c) mit der Amplitude geschah, wird in d) und e) mit der Frequenz gemacht.

Wie d) zeigt, hat eine Verdoppelung der Meßfrequenz oder – was das gleiche bewirkt – eine Halbierung der Kippfrequenz die Darstellung von zwei Perioden statt einer auf dem Sichtschirm zur Folge. Es lassen sich so mehrere Perioden gleichzeitig übersehen. Ferner kann der bei einer Einzelperiode in den Strahlrücklauf fallende Teil des Kurvenzuges beobachtet werden.

In e) ist die Kippfrequenz gegenüber der Meßfrequenz verdoppelt – oder die Meßfrequenz gegenüber der Kippfrequenz halbiert. Der Strahl überstreicht jetzt erst mehrmals (zweimal) den Sichtschirm, ehe eine vollständige Periode abgebildet ist. Sie wird nicht mehr fortlaufend geschrieben, sondern



a — Frequenz- und Amplitudengleichheit zwischen Meß- und Kippspannung

b — Frequenzen gleich, Amplitude der Kippspannung gegenüber a) und auch der Meßspannung auf die Hälfte vermindert

c — Frequenzen gleich, Amplitude der Kippspannung gegenüber a) und auch der Meßspannung auf das Doppelte erhöht

d — Amplituden gleich, Meßfrequenz verdoppelt gegenüber Kippfrequenz. Das gleiche Bild entsteht, wenn die Kippfrequenz gegenüber der Meßfrequenz halbiert wird

e — Amplituden gleich, Kippfrequenz verdoppelt gegenüber Meßfrequenz. Das gleiche Bild entsteht, wenn die Meßfrequenz gegenüber der Kippfrequenz halbiert wird

Bild 3.4–5a...e Entstehung verschiedener Oszillogramme

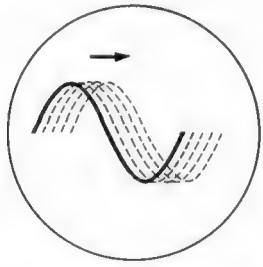


Bild 3.4–6 Wanderndes Oszillogramm. Kippfrequenz und Meßfrequenz haben kein gemeinsames Vielfaches (sind nicht synchron)

besteht aus verschiedenen Teilbildern, was im allgemeinen die Auswertung erschwert. Dies gilt besonders bei komplizierten Kurvenzügen, die sich bei einer solchen Zerteilung des Bildes durchkreuzen. Eine bessere Lösung ist für einen solchen Fall die unter c) erwähnte Art der Zeitdehnung.

Ist die Kippfrequenz kein ganzzahliger Bruchteil der Meßfrequenz, so erscheinen die Kurven bei den wiederholten Schreibvorgängen nicht an der gleichen Stelle des Sichtschirmes. Bei geringer Abweichung wandert dann das Kurvenbild nach einer Seite aus **(Bild 3.4–6)**. Bei größeren Abweichungen können wir den Kurvenzug nicht erkennen, und auf dem Schirm ist nur ein blasses Band aus einer Vielzahl von Linien zu sehen. Wir müssen deshalb die Kippfrequenz zwangsläufig mit der Meßfrequenz „kuppeln", nur so ergibt sich auf längere Zeit ein ruhig stehendes Kurvenbild. Diese „Kupplung" nennt man *Gleichlaufzwang* oder *Synchronisierung* (vgl. Bild- und Zeilensynchronisierung beim Fernsehgerät). Hierzu wird ein kleiner Anteil der Meßspannung dem Kippteil zugeführt, und man kann im Verfahren der sogenannten direkten Synchronisierung erreichen, daß die Dauer einer Horizontalablenkung genau gleich oder ein ganzzahliges Vielfaches der Schwingungsdauer der Meßspannung ist.

Außer der vorgenannten Eigensynchronisierung mit der Meßspannung kann die Synchronisierung auch mit der Netzspannung (50 Hz) oder einer beliebigen, von außen zugeführten Wechselspannung erfolgen. Die Art der Synchronisierung wird an dem hierfür vorgesehenen Schalter gewählt; die Zwangsläufigkeit bzw. die Stärke der Synchronisierung ist einstellbar.

Die Meßspannung wird grundsätzlich zunächst einem einstellbaren Spannungsteiler und dann einem Gleich- oder Wechselstromverstärker zugeführt. Niedrigere Spannungen können also so hoch verstärkt werden, daß die Leuchtfleckablenkung genügend groß ist. Über die Bedeutung des Spannungsteilers und andere Einzelheiten des Oszillografen erfuhren wir bereits im Kapitel 2.44 Näheres.

3.42 Inbetriebnahme des Oszillografen

Wie bei allen elektronischen Meßgeräten halte man sich auch hier grundsätzlich an die Bedienungsanweisung, wenigstens bis die Bedeutung jedes Schalters, jedes Einstellers und aller Steckbuchsen für die Meßvorgänge klar erkannt ist. Anzahl und Anordnung der Bedienungsorgane unterscheiden sich bei den einzelnen Typen.

Vor dem ersten Gebrauch überzeuge man sich, ob die Betriebsspannung der Netzspannung angepaßt ist. Fabrikseitig sind alle Geräte auf 220 V eingestellt.

Die Bedienungsanweisungen schreiben für den Oszillografen eine *einwandfreie Erdung* vor, da hierdurch der Einfluß von Fremdspannungen auf den Y-Verstärker im Zusammenhang mit dem hochempfindlichen Anzeigesystem wesentlich gemindert und die Auswertung der Meßergebnisse erleichtert wird.

Als Erde dienen der Null-Leiter des Wechselstromnetzes oder die Wasserleitung. Die Erdleitung wird entweder an einer besonders angegebenen Stelle des Gerätes angeschlossen (z. B. Rändelmutter bzw. Schraube an der Rückseite des Gehäuses) oder mittels eines Bananensteckers in eine der Massebuchsen gesteckt. Erfolgt der Netzanschluß über einen Schutzkontaktstecker, so ist – wenn vorschriftsmäßig eine Schuko-Steckdose verwendet wird – der Schutzleiter zwangsläufig mit der Masse des Gehäuses verbunden, eine besondere Erdung erübrigt sich dann.

Achtung: Allstrom-Geräte, also auch Fernsehempfänger, dürfen bei Eingriffen in das Innere bekanntlich *nur über einen Trenntransformator betrieben werden* (vgl. Abschnitt 2.26). Wird ausnahmsweise ohne ihn gearbeitet, ist der Netzstecker des Empfängers so zu polen, daß das Chassis am Null-Leiter liegt. Eine Erdleitung darf dann weder am Oszillografen noch an anderen Meßgeräten angeschlossen sein, weil sonst der Meßtechniker gefährdet ist und der zu untersuchende Empfänger Schaden erleiden kann.

In diesem Zusammenhang ist noch zu sagen, daß erfahrene Servicetechniker zwar für den Fernsehempfänger einen Trenntransformator benutzen, aber sonst grundsätzlich auf Erdungen verzichten, um bei Verwendung verschiedener Meßgeräte keine Kurzschlußgefahr herbeizuführen und um bei Doppelerdungen (z. B. Null-Leiter und Wasserleitung) mögliche Potentialbildungen zu vermeiden.

Der Netzschalter ist meist mit einem der Einsteller kombiniert, z. B. mit dem Helligkeits- (Intensitäts-) Einsteller. Den Einschaltzustand zeigt oft eine Pilotlampe oder auch die Flutlichtbeleuchtung auf der Rasterscheibe an.

Wichtig, sehr wichtig für eine lange Gebrauchsfähigkeit der Oszillografenröhre ist eine „Helligkeitsdiät". Der mit *Helligkeit* oder *Intensität (Intens.)* bezeichnete Steller darf nach dem Einschalten des Oszillografen nur ganz wenig aufgedreht sein, damit der sich nach Beendigung der Anheizzeit ausbildende Leuchtfleck nicht auf dem Schirm einbrennt. Man stelle beim Einschalten am besten zugleich das Kippgerät ein, weil der fortbewegte Leuchtfleck die Gefahr des Einbrennens mindert. Aber auch hierbei und überhaupt bei allen Messungen sollten wir die Helligkeit nie größer einstellen, als zur Sichtbarmachung des Schirmbildes gerade erforderlich ist. Der Oszillograf muß dann auch so stehen, daß die Raumbeleuchtung den Schirm nicht aufhellt. Vorteilhaft ist ein Lichtschutztubus und zur Verbesserung des Kontrastes eine Filterscheibe.

Beim Betätigen des Einstellers für die Bildschärfe (Focus) zeigt sich, daß sie in Abhängigkeit von der gewählten Helligkeit in einer bestimmten Position des Einstellers am größten ist. Davor und dahinter erscheinen die Linien verschwommen. Ein ruhendes Oszillogramm, scharf eingestellt, erhöht natürlich die Gefahr des Einbrennens.

Die weiteren Bedienungsorgane werden nun ganz nach Bedarf betätigt. Wir wollen hierauf im einzelnen bei der Beschreibung der verschiedenen Messungen eingehen. Grundsätzlich sei noch erwähnt, daß sich der Nullpunkt bzw. die Null-Linie bei allen Oszillografen zumindest in einer der beiden Koordinaten verschieben läßt (eventuell nur mit Schraubenzieher). Dies ist vorteilhaft bei Spannungsmessungen, wenn man die Achsen mit vorgesetzten Raster- oder Skalenscheiben in Übereinstimmung bringen will, eine Kurve in die Mitte der Schirmfläche haben möchte oder nur bestimmte Teile einer Kurve bei gleichzeitig größter Ausnutzung der Schirmfläche interessieren.

3.43 Darstellen von Spannungsgrößen und Spannungsverläufen

Die nachstehenden Versuche sind zur Einführung in die Technik des Oszillografierens gedacht. Sie sollen das Sichtbarmachen von Spannungsverläufen beschreiben und dabei gleichzeitig mit der grundsätzlichen Bedienung des Oszillografen vertraut machen.

Der Oszillograf sei ordnungsgemäß geerdet, bereits einige Zeit — zumindest eine Minute — eingeschaltet und für die Messungen betriebsbereit. Der Schirm zeige nach Einstellung des Kippgenerators auf eine beliebige Ablenkfrequenz im Bereich um 50 Hz eine Zeitlinie von normaler Helligkeit und Schärfe.

Wir stecken in die Meßbuchse des Vertikal-(Y-)Einganges zunächst einen kurzen freihängenden Draht. Dann sehen wir auf dem Sichtschirm ein Oszillogramm, obgleich keine Spannungsquelle angeschlossen worden ist. Die Sinuslinien auf dem Schirm,

durch zahlreiche Oberwellen mehr oder minder gezackt und verzerrt, lassen auf eine kapazitive Kopplung des Drahtes mit dem Lichtnetz schließen. In diesen Kopplungsweg ist mitunter auch die Bedienungsperson einbezogen. Vorgenannte Beeinflussung, als Beweis für die enorme Empfindlichkeit des Oszillografen, wirkt sich verschiedentlich sehr lästig auf die Messungen aus, insbesondere, wenn man kleine Spannungen an hochohmigen Kreisen oszillografieren will. Wir müssen deshalb in vielen Fällen geschirmte Meßleitungen verwenden, aber möglichst kurze, da sonst die Kabelkapazität zu groß und hierdurch der Spannungsverlauf verfälscht wird.

Eine Kapazitätsverminderung und zugleich eine Erhöhung des ohmschen Eingangswiderstandes wird bekanntlich durch einen Tastteiler erreicht (siehe unter 2.43, 2.44).

Nun legen wir eine Sinusspannung, etwa die von einem Netztransformator (6,3-V-Wicklung), an den Vertikal-(Y-)Eingang, d. h. zwischen die eigentliche Meßbuchse und den Masseanschluß – asymmetrischer Eingang. Bei konzentrischer Meßbuchse kann natürlich auch ein entsprechender Stecker benutzt werden. Wir sehen je nach Annäherung der Zeitablenkfrequenz an die Meßfrequenz ein verschwommenes oder überlagertes Oszillogramm. Setzen wir jetzt die Zeitablenkung außer Funktion *(Achtung! – Helligkeit vermindern!)*, so entsteht durch den ablenkenden Einfluß der Meßspannung ein vertikaler Leuchtstrich. Die Höhe dieses Leuchtstriches hängt von dem Betrag der Meßspannung (hier 6,3 V), dem Grad der Abschwächung der Meßspannung am Eingangsspannungsteiler und der eingestellten Verstärkung ab. Wir vermögen die Höhe durch den Grobspannungsteiler je nach Typ z. B. im Verhältnis 1000 : 100 : 10 : 1 und innerhalb der Stufen noch einmal stetig durch den mit Vertikal- oder Y-Amplitude bezeichneten (Verstärkungs-)Steller im Verhältnis von vielleicht 10 : 1 zu verändern. Bei einigen Ausführungen sind an Stelle des Grobstufenschalters verschiedene Meßbuchsen (Festanschlüsse des Spannungsteilers oder jeweils besondere Spannungsteiler) vorgesehen. Ferner ist bei mehreren Modellen eine zusätzliche Verstärkungsabstufung in Abhängigkeit von der Bandbreite des Meßverstärkers möglich.

Geben wir eine höhere Spannung an die Y-Buchsen, so muß wegen der Spannungsfestigkeit der Kondensatoren und der Isolation der vom Gerätehersteller vorgeschriebene Maximalbetrag beachtet werden. Hierbei ist zwischen der Effektivspannung und der Spitzenspannung bzw. Gleichspannung zu unterscheiden. Überschreitet die Meßspannung den zulässigen Betrag, so dürfen wir sie dem Y-Eingang nur über den Tastteiler zuführen. Natürlich dürfen auch bei ihm die vorgeschriebenen Grenzwerte nicht überschritten werden. Hochspannungen erfordern besondere Tastteiler.

Ist anderseits die Meßspannung sehr klein, so hängt es vom Ablenkkoeffizienten des Oszillografen ab, ob noch ein Leuchtstrich in annehmbarem Verhältnis zur Schirmhöhe geschrieben wird. Im allgemeinen sind die Meßverstärker so ausgelegt, daß Eingangsspannungen von einigen mV_{eff} noch gut erkennbare und synchronisierbare Bilder ergeben.

Für die Abbildung der Spannungskurve setzen wir jetzt den Kippgenerator wieder in Betrieb, indem wir den Stufenschalter für die Zeitablenkung auf jenen Kippfrequenzbereich einstellen, der auch die Frequenz der Meßspannung – in unserem Falle 50 Hz – aufweist. Wir werden dann auf dem Sichtschirm zunächst ein unruhiges Liniengewirr feststellen.

Wollen wir die Höhe dieses Lichtbandes verändern, so müssen wir den Eingangsspannungsteiler verstellen oder/und den Amplitudenregler des Y-Verstärkers betätigen.

Die Breite des Bildes ist von der Amplitude der an den Zeitplatten wirkenden Kippspannung abhängig; wir bringen sie mit Hilfe des dafür vorgesehenen Einstellers auf etwa zwei Drittel des Schirmdurchmessers.

Haben wir nach langsamem Drehen des Frequenz-Feinstellers jenen Punkt gefunden, an dem die Kippfrequenz mit der Meßfrequenz übereinstimmt, so entsteht das Bild einer einzelnen Sinusschwingung. Ist die Kippfrequenz halb so groß wie die Meßfrequenz, so zeigen sich, wie unter 3.41 beschrieben, zwei Perioden. Im allgemeinen wird man ein Bild mit zwei oder drei Kurvenzügen bevorzugen, weil es sich dann besser analysieren läßt.

Die Kurven werden anfänglich vielleicht noch seitlich auswandern. Um dies zu verhindern, müssen wir zunächst den Synchronisationswähler auf die günstigste Gleichlaufart schalten. Es liegt natürlich nahe, die Stellung *Netz* (50 Hz) zu wählen, weil ja die Meßspannung dem Netz entnommen wird. Wir können aber auch auf die Stellung *Eigen* (intern) schalten, wobei der Gleichlauf nicht vom Netzteil des Oszillografen, sondern von der außen angelegten Meßspannung erzwungen wird. Hierbei läßt sich noch anschaulich die Polarität demonstrieren, d. h. die Synchronisierung von der auf- oder absteigenden Flanke der Meßspannung, wobei sich die Phase der angezeigten Wechselspannungskurve um 180° dreht.

Die Polarität ist entweder gleich am Wahlschalter einzustellen oder am Potentiometer für die Synchronisationsstärke *(Synchr.-Zwang)*. Dieses müssen wir bei gleichzeitiger behutsamer Betätigung des Frequenz-Feinstellers so weit aufdrehen, bis das Bild zum Stillstand kommt. Die Stärke der Synchronisierung darf man nicht zu weit treiben, da sonst eine störende Beeinflussung des Kippgerätes eintreten kann, wobei sich das Schirmbild unter Umständen leicht zusammendrängt.

Von dieser etwas mühsamen Art der manuellen Synchronisierung enthebt uns die inzwischen auch bei kleineren Service-Oszillografen angewandte *Triggerung*. Wir können darunter eine Art Zwangssynchronisierung verstehen, die beim Auftreten eines gewissen Signalpegels die Zeitablenkung startet. Da aber die abzubildenden periodischen Vorgänge in der Regel keinen besonderen Synchronimpuls aufweisen, leitet sich die Triggerschaltung aus den periodischen Signalen selber einen Auslöseimpuls ab, denn schließlich bedeutet Trigger im Englischen weiter nichts als Auslöser (man denke z. B. an den Fotoapparat).

Der Triggerung bei einem Oszillografen liegen folgende Vorgänge zugrunde. Ein Sägezahngenerator erzeugt eine Spannung mit konstanter Anstiegsgeschwindigkeit, d. h. die Spannung wächst in gleichen Zeitabschnitten (µs, ms . . .) um gleiche Beträge (mV, V . . .). Die Zeitbasis wird dadurch leicht eichbar (s/cm, ms/cm . . .). Den Einsatzpunkt, wann ein solcher Spannungsanstieg — also Sägezahn — beginnen soll, fragt die Triggerschaltung dem zu untersuchenden Signal ab. Im einfachsten Fall geschieht dies durch *automatische Triggerung*. Hierbei wählt die Schaltung eine Stelle des Signals aus, die sowohl eine genügende Amplitude als auch einen schnellen Spannungsanstieg aufweist. Im Idealfall wäre das ein Impuls, aber auch jeder sinusförmige oder sonstige periodische Vorgang hat charakteristische Stellen, die die Triggerschaltung auswerten kann. Nachteilig ist beim automatischen Triggern, daß man nicht weiß, welches Auslösekriterium gilt. Von Vorteil ist eine ständig vorhandene Zeitbasislinie, weil die Schaltungen so beschaffen sind, daß sie bei fehlendem Meßsignal quasi einen normalen Sägezahngenerator bilden. Will man die Auslösung selber festlegen, so kann die automatische Triggerung abgeschaltet und der Triggerpegel von Hand eingestellt werden. Diese Möglichkeit ist meist durch „Pegel" oder „level" am Oszillografen gekennzeichnet. Der zugehörige Einsteller wird nunmehr von Hand soweit gedreht, bis das Oszillogramm an der gewünschten Stelle beginnt. Praktisch wird dann beim Drehen des Einstellers nach links die Zeitbasislinie irgendwann abreißen und erst wieder erscheinen, wenn entweder „weiter aufgedreht" oder aber die Spannung des Eingangssignals erhöht wird.

Wir erkennen an dieser Stelle sehr deutlich, daß die Triggerung eine gewisse Schwel-

le benötigt, um anzusprechen. Es läßt sich also direkt eine Empfindlichkeit für den Trigger angeben. Dazu ist allerdings zunächst noch festzulegen, woher das Signal für den Trigger kommt. Im einfachsten Fall wird es vom Y-Verstärkerzug, also „intern", abgegriffen und der Triggerschaltung zugeführt. Die Empfindlichkeit wird dann in cm (Schirmbildhöhe) angegeben, weil das Schirmbild – im Gegensatz zum Eingangssignal – stets ungefähr die gleiche Größe hat. Die Triggerempfindlichkeit sagt in diesem Fall lediglich aus, wie klein das Schirmbild noch sein darf, damit der Trigger bereits anspricht, um ein stehendes Bild zu erzeugen.

Benutzen wir ein Fremdsignal, steuern wir den Trigger also „extern" an, so ist die Empfindlichkeit einfach eine Angabe in V oder mV. Je kleiner dieser Wert sein darf, desto empfindlicher arbeitet der Trigger.

Besonders bei Impulsen fällt auf, daß der Trigger nicht nur den Pegel, sondern auch die Polarität beachtet. Das würde bei einem negativ gerichteten Impuls und auf positiven Spannungsanstieg arbeitenden Trigger ein Oszillogramm ab hinterer Impulsflanke ergeben. Diese Schwierigkeit ist leicht durch eine Umpolung für die Polarität des Triggersignals im Oszillografen zu umgehen.

Zur weiteren Steigung der Bequemlichkeit kann die Triggerung auch noch auf häufig auftretende Frequenzen voreingestellt werden, so z. B. auf die Horizontal-, Vertikal- oder Netzfrequenz. Bei Arbeiten an Fernsehgeräten führt einfaches Umschalten zwischen diesen Festwerten an der Zeitbasis des Oszillografen dann sofort zu stehenden Oszillogrammen für „Zeile" bzw. „Bild".

Sollte sich zeigen, daß die Kurve in vertikaler oder horizontaler Lage auf dem Schirm ungünstig placiert ist, so justieren wir die Lage durch Betätigen der dafür vorgesehenen Einstellorgane.

Beim Ausmessen der Höhe von unterschiedlichen Oszillogrammen oder beim Einstellen einer bestimmten Größe des Oszillogramms ist die mit dem abgebildeten Vorgang wechselnde Lage des Oszillogramms auf dem Bildschirm oft störend. Eine Hilfe dagegen bietet die *Klemmung* des gezeigten Kurvenzuges, so daß ähnlich wie bei der Schwarzwerthaltung des Fernsehbildes die negativen oder positiven Spitzen des Oszillogramms auf der gleichen Linie liegen.

Bei einigen Oszillografen läßt sich – wie schon gesagt – eine Dehnung bis zum mehrfachen (z. B. 5fachen) Schirmdurchmesser erreichen. Man macht von dieser Möglichkeit gern Gebrauch, wenn man ein Einzelstück der Kurve, z. B. der später beschriebenen Impulskurven, besonders genau betrachten will. Bietet unser Oszillograf diese Möglichkeit, so stellen wir einen speziell interessierenden Kurventeil etwa in die Bildmitte und betätigen den Schalter für die Zeitdehnung oder drehen den Regler für die X-Verstärkung so weit auf, bis der zu untersuchende Teil des Kurvenzuges, z. B. die in **Bild 3.4–7a** grafisch hervorgehobene Zacke, als verbreiterte Einzelschwingung abgebildet wird (Bild 3.4–7**b**). Dazu ist eventuell gleichzeitig eine Verschiebung der Y-Punktlage (–7**c**) und Erhöhung der Verstärkung (–7**d**) erforderlich.

Nun können wir anschauungshalber den Stufenschalter für die Zeitablenkung auf Netzfrequenz (50 Hz) stellen, dann wird dem X-Verstärker nicht mehr die Sägezahnspannung des Kippteiles, sondern eine dem Stromversorgungsteil des Gerätes entnommene 50-Hz-Sinusspannung zugeführt; es entsteht auf dem Sichtschirm eine sogenannte Lissajous-Figur, auf deren meßtechnische Bedeutung später eingegangen werden soll.

Wer sich erstmalig mit dem Oszillografen befaßt, mag jetzt vom Netztransformator zum Fernsehgerät übergehen. Hier gibt es eine Fülle von Meßmöglichkeiten.

Wir verbinden das Chassis des vorschriftsmäßig über einen Trenntransformator angeschlossenen Fernsehgerätes mit der Massebuchse des Oszillografen.

Jetzt wiederholen wir zunächst die Darstellung einer einfachen Sinusspannung, indem wir die Tastspitze an die leicht zugänglichen Glassicherungen im Netzteil des Fernsehgeräte-Chassis legen.

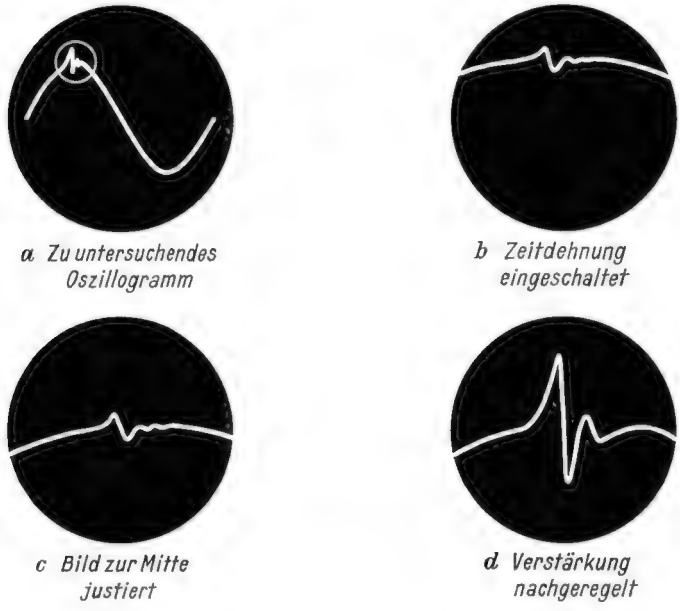


Bild 3.4–7 Zeitdehnung

Eine dieser beiden Sicherungen befindet sich in der Zuleitung, die mit dem Fernsehgeräte-Chassis verbunden ist. Schließen wir die Tastspitze dort an, so zeigt sich auf dem Oszillografenschirm kein Bild, weil ja kein Potential vorhanden ist. Ein auf hohe Empfindlichkeit eingestellter Oszillograf kann hier ein Bild durch den vom Stromdurchgang an der Sicherung hervorgerufenen Spannungsabfall ergeben siehe auch 3.45, Strommessungen). Die Sinuskurve bildet sich normalerweise nur ab, wenn wir mit der Tastspitze jene Sicherung berühren, die in der Zuleitung zum Gleichrichter liegt.

Ein interessantes Oszillogramm ergibt sich beim Antasten des Netzgleichrichter-Ausganges. Hier erkennen wir den Wechselspannungsanteil in der von einem belasteten Halbweg-Gleichrichter mit Ladekondensator abgegebenen Mischspannung **(Bild 3.4–8).** Der Wechselspannungsanteil setzt sich aus der Grundwelle mit 50 Hz (sogenannte Brummspannung) und einer großen Anzahl von geradzahligen Oberwellen davon (100, 200, 400 Hz ...) zusammen.

Man erkennt hierbei den großen Wert der oszillografischen Darstellung und die sich daraus ergebenden Meßmöglichkeiten. Ein an dieser Stelle eingeschalteter Gleichspannungsmesser würde lediglich den gleichbleibenden Mittelwert der pulsierenden Gleichspannung messen. Ein Oszillograf mit Gleichspannungsverstärker hingegen zeigt beim Anlegen einer Mischspannung an den Direkteingang auch deren Zusammensetzung.

Tasten wir jetzt den Ausgang eines nach dem Gleichrichter vorhandenen Siebgliedes an, so können wir die Güte der Siebung be-

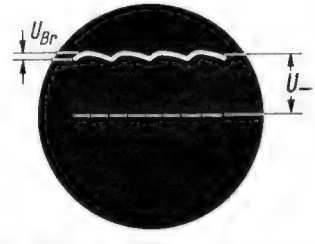


Bild 3.4–8 Mischspannung am Ladekondensator, Oszillograf für Gleich- und Wechselspannung; U_- = Gleichspannung, U_{Br} = Brummspannung

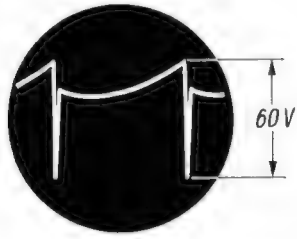


Bild 3.4–9 Impulsform am Gitter einer Endstufe der Vertikalablenkung

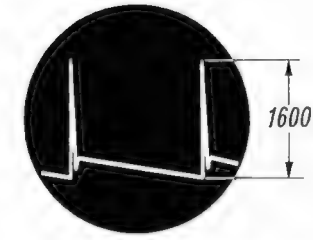


Bild 3.4–10 Impulsform an der Anode einer Endstufe der Vertikalablenkung

urteilen. Bei einer guten Siebkette zeigt sich bei Y-Verstärkern für Wechselspannungen nach einem kurzen Auswandern des Leuchtflecks nach oben oder unten durch die Aufladung des Gleichspannungs-Trennkondensators der unveränderte Strich der Null-Linie (keine Gleichspannungsanzeige); bei Y-Verstärkern für Gleich- und Wechselspannungen wandert der Leuchtstrich entsprechend dem Ablenkfaktor und der gewählten Polarität nach oben oder unten. Wir könnten also den Betrag der Gleichspannung messen.

Nun wollen wir zur Darstellung von komplizierten (nichtsinusförmigen) Spannungen übergehen, zu den Oszillogrammen des Videosignales und der verschiedenen Impulsspannungen im Kippteil des Fernsehgerätes. Hierzu ist der Empfang eines sauberen Fernsehbildes, z. B. eines Testbildes, erforderlich, wobei man am besten mittleren Kontrast einstellt.

Um die ohmsche und kapazitive Belastung der Meßstellen gering zu halten, verwenden wir den bereits beschriebenen Tastteiler. Für die Darstellung von Zeilenvorgängen verwendet man zweckmäßig den Zeilenrücklaufimpuls, der in der Weise zur Synchronisation herangezogen wird, daß man ein unabgeschirmtes Verbindungskabel von dem Synchronisieranschluß bis in die Nähe des Zeilentransformators legt (Übertragung nur durch Einstrahlung). Zur Synchronisation der Bildvorgänge benutzt man gern den integrierten Bildimpuls.

Wir wählen zunächst einen Punkt im Bildkippteil, z. B. am Steuergitter der Endstufe der Vertikalablenkung. Es ergibt sich im Vergleich zu den bisherigen Bildern ein anderer Charakter des Schirmbildes. Wir sehen jetzt typische Impulsformen **(Bild 3.4–9).** Immerhin können wir auch hier je nach Stellung des Frequenzwählers (50, 25, 12,5 Hz) eine Schwingung oder zwei oder mehr davon abbilden. Bei mehr als zwei können allerdings manche Feinheiten verlorengehen.

Tasten wir die Anode der Endstufe der Vertikalablenkung an, so erhalten wir eine Schwingungsform mit sehr hohen Impulsspitzen ($> 1000\ V_{ss}$), die sich bei der bisher eingestellten Verstärkung in ihrer ganzen Höhe nicht abbilden lassen. Wir müssen also die Verstärkung reduzieren bzw. die Eingangsspannung verkleinern (Tastteiler), bis die Spitzen innerhalb der Schirmfläche verlaufen **(Bild 3.4–10).** Um die fein ausgeprägten Spitzen nicht zu übersehen, empfiehlt sich eine Nachstellung der Helligkeit und eine gleichzeitige Korrektur der Bildschärfe.

Über die Auswertung solcher Bilder unter Heranziehung von Impulsplänen wird später berichtet (Abschnitt 4.56).

Beim Antasten von Potentialpunkten im Zeilenkippteil sehen wir auf dem Sichtschirm gleichfalls Impulskurven. Hier ist jedoch äußerste Vorsicht am Platze. *Keinesfalls darf in unsere Untersuchungen die Anode der Endröhre miteinbezogen werden, weil an ihr impulsförmige Spannungen von mehr als 4000 V_{ss} auftreten, die unter Umständen Lebensgefahr bedeuten.* Aus diesem Grunde sind für jene Stelle in den Impulsplänen auch keine Oszillogramme bzw. Spannungswerte angegeben. Die Messung der

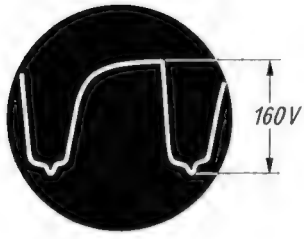


Bild 3.4–11 Spannungsverlauf am Gitter der Zeilen-Endröhre

Hochspannung hinter der Hochspannungs-Gleichrichterröhre wird im Abschnitt 4.54 beschrieben. Bei der Signalverfolgung und Messung in der Zeilenablenkstufe ist natürlich die höhere Frequenz von 15 625 Hz zu beachten. Wir stellen das Kippgerät des Oszillografen etwa auf die Hälfte dieser Frequenz ein (≈ 7800 Hz), damit sich auch hier zwei Perioden abbilden.

Bild 3.4–11 zeigt die Impulsform am Gitter einer Zeilen-Endröhre.

Einen völlig anderen Charakter haben die Oszillogramme des Videosignales. Da sie im Vergleich zu den vorangegangenen Liniendarstellungen viel flächiger sind, muß die Fleckhelligkeit entsprechend vergrößert werden. Dies bringt die Gefahr mit sich, daß sich beim Ausfall der Meßspannung die starke Strahlleistung auf die Null-Linie verdichtet – eine der häufigsten Ursachen für eingebrannten Nullstrich auf dem Sichtschirm.

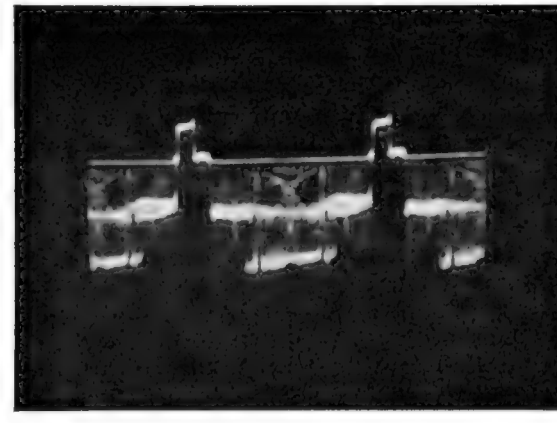


Bild 3.4–12a Videosignal horizontal aufgelöst (≈ 7800 Hz)

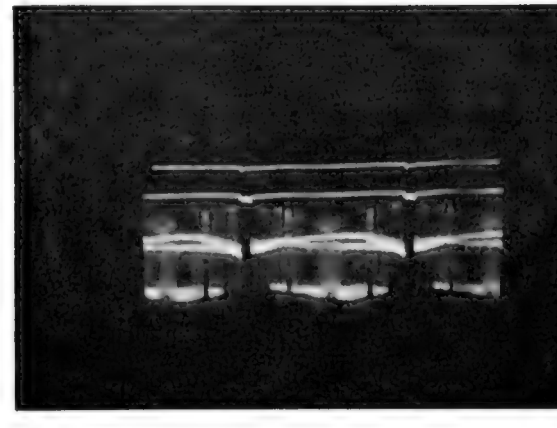


Bild 3.4–12b Videosignal vertikal aufgelöst (25 Hz)

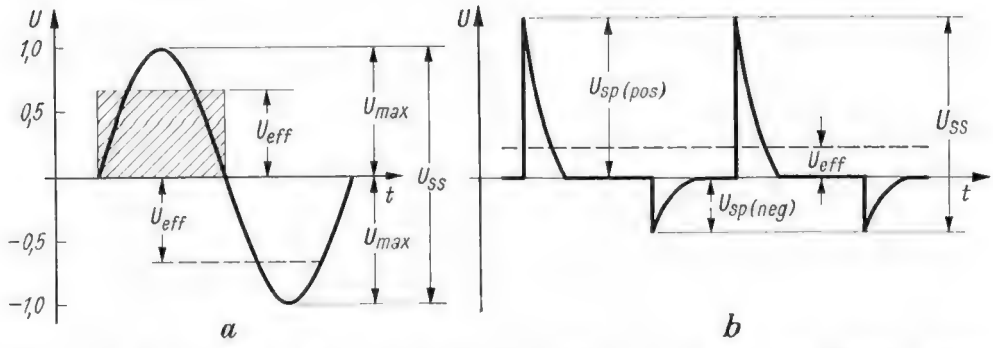


Bild 3.4–13a Kenngrößen einer Wechselspannung. Sinusförmige Spannung. Die schraffierte Fläche stellt die für die Dauer einer Halbperiode der Wechselspannung erforderliche Gleichspannung dar, die die gleiche Wirkung (Effekt) wie die zugeordnete Sinus-Halbwelle hat

Bild 3.4–13b Kenngrößen einer Wechselspannung. Nichtsinusförmige Spannung

In **Bild 3.4–12a** sehen wir die Darstellung eines Signales, das – direkt an der Katode der Bildröhre abgenommen – nach der Horizontalfrequenz aufgelöst wurde (Kippfrequenz des Oszillografen = 1/2 der Zeilenfrequenz ~ 7800 Hz). **Bild 3.4–12b** zeigt das gleiche Signal, nach der Vertikalfrequenz aufgelöst (Kippfrequenz = 25 Hz).

Eine Diskussion über diese Oszillogramme für den Zweck der Fehlersuche soll gleichfalls später erfolgen (Abschnitt 4.56).

3.44 Spannungsmessungen

Wir haben bereits erfahren, daß man mit dem Oszillografen Spitzenspannungen messen kann. Hier soll etwas genauer darauf eingegangen werden. Wir betrachten erst den einfachsten Fall, den Spitzenwert einer sinusförmigen Wechselspannung zu ermitteln. Als Spannungsquelle mag wieder die Heizwicklung eines Netztransformators dienen. Wir leiten die davon abgenommene Spannung (U_{eff} = 6,3 V) dem Y-Eingang des meßbereiten Oszillografen zu, stellen die geringstmögliche Helligkeit ein und schalten dann das Kippgerät ab. Der Eingangsspannungsteiler wird zunächst wie bei den vorangegangenen Versuchen auf den höchsten Abschwächungsgrad eingestellt, ähnlich dem Meßbereichschalter eines Vielfachinstrumentes auf den höchsten Spannungsbereich. Ist der Leuchtstrich auf dem Schirm zu klein, so schalten wir die Abschwächung Stufe um Stufe zurück.

Die Höhe des Leuchtstriches gibt nun die Höhe vom Scheitelpunkt der positiven bis zum Scheitelpunkt der negativen Halbwelle an, er stellt also die doppelte Amplitudenhöhe (= $2 \times U_{max}$ in V), d. h. die Spannung von Spitze zu Spitze (U_{ss} in V_{ss}), dar **(Bild 3.4–13a).** Um sagen zu können, wie groß der Spannungsbetrag ist, bedürfen wir eines Vergleichsmaßes; wir müssen wissen, wieviel Volt einem Zentimeter Leuchtstrichlänge entsprechen. Das gibt uns der Ablenkkoeffizient des Oszillografen bei ungeschwächter Eingangsspannung und voller Y-Verstärkung an, ausgedrückt in mV/cm. Wird die Eingangsspannung – wie in unserem Falle – durch den Spannungsteiler abgeschwächt, so muß der Ablenkkoeffizient natürlich mit dem jeweiligen Teilergrad multipliziert werden. Mitunter ist das Produkt schon bei den einzelnen Abstufungen des Schalters angegeben. Die weitere Rechnung ist einfach. Wir dividieren die Leuchtstrichhöhe (in cm) durch den soeben ermittelten Ablenkkoeffizienten.

Bei der praktischen Ausführung dieses Versuches zeigt sich sogleich ein bedeutender Nachteil; die Längenmessung des Leucht-

striches ist je nach Größe der Meßspannung und den „groben" Abstufungsverhältnissen am Eingangsspannungsteiler mehr oder minder erschwert. Wir müßten den stetig variablen Verstärkungseinsteller hinzuziehen. Dieser ist aber – von Ausnahmen abgesehen – ungeeicht. Vorgenannte Gründe und der Umstand, daß die Genauigkeit solcher Messungen außer von der Netzspannung von der jeweiligen Abnutzung der Verstärkerröhren, Sichtröhre usw. abhängt, nötigen uns zu anderen Meßmethoden.

So kann man z. B. eine Eichung durch Vergleich mit einer definierten Spannung vornehmen. Diese wird von verschiedenen Oszillografen selbst geliefert. Ihre Größe sei 1 V_{ss}. Man legt oder schaltet diese Eichspannung an den Vertikaleingang (Y-Buchse) und stellt eine so hohe Verstärkung ein, bis sich ein Leuchtstrich im bequemen Längenmaßstab, z. B. 1 cm, abbildet.

Wird jetzt der Verstärkungseinsteller in seiner Position belassen und anstatt der Eichspannung die zu messende Spannung dem Vertikaleingang zugeführt, so braucht man nur noch die Höhe des Leuchtstrichs zu messen, wobei 1 cm dem Spannungsbetrag 1 V_{ss} entspricht.

Größere Meßspannungen werden durch Verstellen des Abschwächerumschalters je nach Bedarf, beispielsweise auf 1/10, 1/100 oder 1/1000, verringert und der am Schirmmaßstab abgelesene Wert entsprechend mit 10 bzw. 100 oder 1000 multipliziert.

Ein Zahlenbeispiel möge dieses näher erläutern. Mit der zur Verfügung stehenden Eichspannung von 1 V_{ss} wird bei der Stufe 1 : 1 des Eingangsspannungsteilers mittels der Verstärkungseinstellung eine Strichlänge von 1 cm herbeigeführt. Die Eichspannung wird jetzt abgeschaltet und nach Einstellen der stärksten Abschwächung (z. B. 1000 : 1) die Meßspannung angelegt. Es ergebe sich dabei in der Stellung 100 : 1 des Eingangsspannungsteilers eine Strichlänge von knapp 6,2 cm. Dann bedeutet das: die gemessene Spannung ist 6,2 (gemessene Länge) x 100 (Betrag der Abschwächung) = 620mal größer als die Vergleichsspannung. Mit anderen Worten: die Meßspannung hat den Wert 620 V_{ss}, entsprechend dem V_{ss}-Wert unseres 220 $V_{(eff)}$-Lichtnetzes.

Bei diesem Versuch werden wir noch etwas anderes bemerken: die Strichlänge 6,2 cm liegt bei 7 cm Schirmdurchmesser hart an der Grenze des Ablesbaren. Die weitere Schwächung um den Faktor 10 liefert bei 0,6 cm Strichlänge zu ungenaue Werte. Hier kann man sich so helfen, daß die Eichspannung von 1 V_{ss} auf eine Strichlänge von 0,5 cm gebracht und wieder bei Abschwächung 100 : 1 gemessen wird (3,1 cm), oder die Eichspannung wird auf eine Strichlänge von z. B. 4 cm gebracht und mit der Abschwächung 1000 : 1 gemessen (ca. 2,5 cm).

Wollen wir – bei sinusförmigem Kurvenverlauf – nicht die Spannung von Spitze zu Spitze (U_{ss}), sondern von der Null-Linie zur Spitze, also die von einfacher Amplitude (Maximalwert U_{max}, Scheitelwert U_{sp}) messen, so müssen wir den Betrag V_{ss} halbieren. Der Effektivwert ergibt sich aus der Umrechnung:

$$U_{eff} = \frac{1}{2\sqrt{2}} \cdot U_{ss} = \frac{1}{2{,}82} \cdot U_{ss} = 0{,}354\, U_{ss}$$

620 V_{ss} z. B. entsprechen also 220 V_{eff}.

Die Zusammenhänge zwischen U_{ss}, U_{max} und U_{eff} einer sinusförmigen Spannung sind in Bild 3.4–13a dargestellt; **Bild 3.4–13b** zeigt die entsprechenden Beziehungen bei einer nicht sinusförmigen Spannung.

Da Berechnungen immer zeitraubend sind, fertigt man sich eine Tabelle oder ein Nomogramm an. Hieraus sollte zumindest her-

Stellung des Abschwächers	Eingangsspannung für 1 cm Strichhöhe		Eingangsspannung für 6,5 cm Strichhöhe	
	V_{ss}	V_{eff}	V_{ss}	V_{eff}
1	0,1	0,035	0,65	0,23
10	1	0,35	6,5	2,3
100	10	3,5	65	23,0
1000	100	35	650	230,0

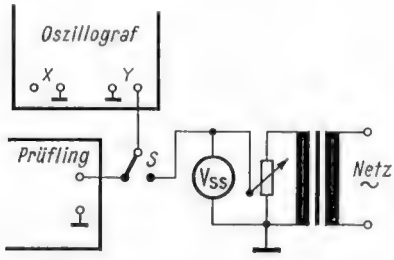


Bild 3.4–14 Prinzip einer Vergleichsspannungsmessung

vorgehen, welche Spannungen in V_{ss} und V_{eff} bei den einzelnen Abschwächungsgraden auf dem Sichtschirm einen meßbaren Leuchtstrich hervorrufen. Im folgenden sei dafür ein Beispiel gegeben. Es werden eine Sichtröhre von 7 cm Durchmesser, eine maximale Leuchtstrichhöhe von 6,5 cm, ein Ablenkungsoffizient von 100 mV_{ss}/cm ≙ 35 mV/cm sowie ein Teilerverhältnis von 1000 : 100 : 10 : 1 angenommen.

Zwischenwerte können wir nun mit dem Feinsteller nochmals in einem bestimmten Verhältnis einjustieren, so daß jeder gewünschte Abbildungsmaßstab erreichbar ist.

Noch besser – wenn nicht schon am Oszillografen vorhanden – ist eine transparente Versatzscheibe mit Skala, aus der die Abhängigkeit: Leuchtstrichhöhe : V_{ss} : V_{eff} hervorgeht. Natürlich ist dann der untere Punkt des Leuchtstriches durch die vertikale Leuchtpunktverschiebung mit dem Nullpunkt der Skala in Übereinstimmung zu bringen. Ferner müßten wir, entsprechend dem gewählten Spannungsteilerverhältnis, die Werte mit den Abstufungsfaktoren multiplizieren.

Für den Fall, daß dem Oszillografen keine Eichspannung entnommen werden kann, können wir auch eine Vergleichsspannungsmessung nach **Bild 3.4–14** vornehmen. Als Anzeigegerät läßt sich dabei jedes Wechselspannungs-Instrument benutzen.

Für die Praxis ist es wichtig, das Verfahren zu vereinfachen und die Meßgenauigkeit zu erhöhen. Wir greifen dabei das in Bild 3.4–14 dargestellte Prinzip einer Vergleichsspannungsmessung auf, nur daß jetzt die Methode etwas abgewandelt und der apparative Aufwand vergrößert wird.

Bild 3.4–15 zeigt dieses abgewandelte Prinzip einer Vergleichsspannungsmessung. Die zu messende Spannung führen wir über eine im Vergleichsspannungsgerät vorhandene Buchse und Umschaltung sogleich dem Y-Eingang des Oszillografen zu und stellen den Leuchtstrich auf eine ausreichende Höhe mit beliebigem Fixierpunkt auf der Skala ein. Anschließend wird der Schalter auf die vom Vergleichsgerät gelieferte Spannung umgelegt. Nun stellen wir den Drehspannungsteiler (und gegebenenfalls zusätzlich den Festspannungsteiler) des Vergleichsgerätes so ein, daß sich dieselbe Leuchtstrichlänge ergibt. Schließlich lesen wir den vom Instrument angezeigten Spannungsbetrag ab und ermitteln unter Berücksichtigung des eingestellten Teilerwertes den Betrag der Meßspannung. Die Skala des Instrumentes wird dabei zweckmäßig in V_{ss} geeicht:

$$U_{[Vss]} = 2{,}82\, U_{[Veff]} \quad \text{(bei Sinusform)}$$

Oszillografische Messungen sinusförmiger Wechselspannungen sind wenig zweckmä-

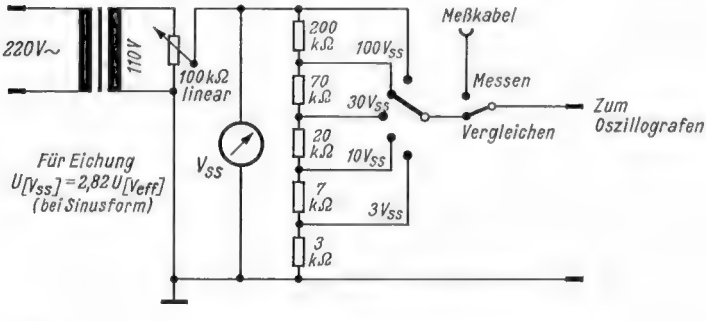


Bild 3.4–15 Schaltung eines einfachen Vergleichsspannungsmeßgerätes

ßig. Man braucht einigen Aufwand und einige Zeit dazu und muß dennoch ziemliche Ungenauigkeiten in Kauf nehmen. Diese Spannungen mißt man schneller und genauer mit Vielfachinstrumenten, sofern sie genügend hochohmig und frequenzunabhängig sind.

Anders verhält es sich bei Messungen von nichtsinusförmigen Spannungen, wie sie überwiegend im Fernsehempfänger auftreten, z. B. die Impulse im Kippteil. Hier zeigt der Oszillograf, indem er im Gegensatz zu den üblichen Vielfachinstrumenten unabhängig von der Kurvenform V_{ss}-Beträge zu messen gestattet, seine große Stärke. Die V_{ss}-Beträge können dann mit den in den Impulsplänen angegebenen Werten verglichen werden. Überdies ist durch die oszillografische Darstellung des ganzen Spannungsverlaufes auch der qualitative Vergleich mit den Bildern der Impulspläne durchführbar, so daß der Servicetechniker wertvolle Aufschlüsse für die Fehlerortsbestimmung erhält. Auf die servicemäßige Auswertung solcher Messungen kommen wir noch zurück (siehe Abschnitt 4.56).

In der Praxis oszillografischer Messungen ist noch zu beachten, daß Impulskurven – überhaupt alle komplizierten Kurvenformen – mit ausreichender Helligkeit geschrieben werden müssen, andernfalls können wichtige Einzelheiten, z. B. feine Nadelimpulse, verlorengehen. Denken wir daran, daß bei hoher Schreibgeschwindigkeit des Strahles die Leuchtmasse des Sichtschirmes nur verhältnismäßig wenig angeregt wird. Vor der Messung sollten wir also die Kurve – namentlich bei unbekanntem Verlauf – kurz aufblenden, um uns zu überzeugen, daß tatsächlich *alles* wiedergegeben wird, was die Kurve charakterisiert.

Ist die Strichstärke auf dem Bildschirm des benutzten Oszillografen verhältnismäßig grob (ältere Typen), so darf sie zur Verhütung von Meßfehlern beim Ausmessen von Amplituden nicht mit einbezogen werden. Dies gilt besonders bei kleinen Amplituden.

Gleichspannungsmessungen gestatten nur Oszillografen mit Gleichspannungsverstärker. Hier wird nach demselben Prinzip – wie vorbeschrieben – gearbeitet, doch ist aus Sicherheitsgründen (Einbrenngefahr des Leuchtfleckes) das Kippgerät einzuschalten und die vertikale Verschiebung der Zeitlinie gegenüber der Ursprungslage zu bestimmen.

Ein Eingangs-Umschalter bei manchen Oszillografen gestattet in der Mittellage die Meßspannung an Masse zu legen und damit eine Zeitlinie zu schreiben, die der Eingangsspannung 0 entspricht. Man kann also durch einen Handgriff prüfen, wo die Null-Linie liegt, ohne die Meßspannungsquelle abtrennen zu müssen. Das ist besonders für die Bestimmung der Gleichspannungskomponente einer Mischspannung praktisch.

3.45 Strommessungen

Strommessungen mit dem Oszillografen werden in der Fernseh-Reparaturpraxis verhältnismäßig selten vorgenommen. Kommen wir aber einmal in diese Verlegenheit, so führen wir sie auf Messungen des Spannungsabfalls an einem bekannten Widerstand zurück. Oft ist ein solcher Widerstand vorhanden. Andernfalls müßten wir ihn in die stromführende Leitung einlöten. Er soll aber gegenüber allen anderen zu diesem Stromkreis gehörenden Widerständen – insbesondere Blindwiderständen – möglichst von kleinem Wert sein, da sonst die Funktion der Schaltung verändert bzw. das Meßergebnis verfälscht werden könnte. Der geringe Spannungsabfall ist dann meist durch geeignete Verstärkung wettzumachen. Wichtig ist auch eine enge Toleranz des gewählten Widerstandes, weil sie naturgemäß in das Meßergebnis eingeht.

Eine gewisse Schwierigkeit besteht darin, daß der Eingang des Y-Verstärkers unsymmetrisch ist, d. h. einseitig an Masse liegt. Der Widerstand muß daher so in die Schaltung eingefügt werden, daß er mit einem Pol an Masse bzw. an einem wechselstrommäßig kalten Punkt liegt. **Bild 3.4–16** zeigt

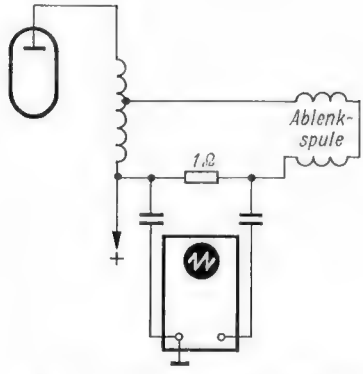


Bild 3.4–16 Strommessung mit Oszillograf und Normalwiderstand

als Beispiel die Messung des Kippstromes I_{ss} in A_{ss} in einer Ablenkspule der Fernsehbildröhre.

Beträgt der Widerstandswert R 1 Ω, so ist

$$I_{ss} = \frac{U_{ss}}{R} \triangleq U_{ss} \qquad (A_{ss},\ V_{ss})$$

3.46 Direktanschluß der Ablenkplatten

Bei einigen Oszillografen sind die Ablenkplatten der Sichtröhre, und zwar sowohl die Y- als auch die X-Platten oder nur die Y-Platten, direkt zugänglich, sei es auf dem Wege über ein Umschaltbrettchen an der Rückseite des Gehäuses oder über besondere Schaltbuchsen, bei denen durch Einführung der Meßleitungsstecker die Innenverbindungen zu Verstärker, Kippkreis und Erde selbsttätig abgetrennt werden.

Mit dem Direktanschluß ergeben sich weitere Meßmöglichkeiten. Hierbei ist aber zu beachten, ob

die Platten noch irgendeine Verbindung mit der inneren Schaltung des Oszillografen haben,

eine der Platten vom jeweiligen Plattenpaar an Masse liegt (asymmetrischer Anschluß),

zwischen Außenanschluß und Plattenpaar ein Trennkondensator geschaltet ist,

das Meßobjekt selbst einseitig an Masse liegt,

die Eingangsimpedanz des jeweiligen Plattenpaares das Meßergebnis nicht verfälscht und

die zugeführte Meßspannung einen Betrag aufweist, der in Abhängigkeit von der Schirmgröße und dem jeweiligen Ablenkkoeffizienten groß genug ist, um den Elektronenstrahl genügend weit auszulenken, anderseits aber nicht zu groß ist, daß das Oszillogramm die nutzbare Schirmfläche überschreitet (dann Spannungsteiler verwenden).

Berücksichtigt man diese Punkte, so lassen sich folgende Messungen ausführen:

a) Wechselspannungsuntersuchungen bis zu einer Grenzfrequenz, die nur noch durch die Eigenkapazität der Meßplatten und der Zuleitungen in Verbindung mit dem Innenwiderstand der Meßspannungsquelle bestimmt ist.

b) Impulsspannungen, bei denen der Y-Verstärker den Ansprüchen bezüglich Anstiegszeit und Überschwingerscheinungen nicht mehr genügt. Hierbei muß der Zeitablenkteil, um stehende Bilder zu erhalten, in den meisten Fällen direkt synchronisiert werden.

c) Messungen von Wechselspannungen mit Gleichspannungsanteilen, wenn im Direktzugang zu den Y-Platten kein Sperrkondensator liegt und anderseits auch nicht der Y-Verstärker – weil R/C-gekoppelt – benutzt werden kann. In diesem Falle verfährt man wie folgt:

Es wird zunächst das Kippgerät eingeschaltet und auf eine Frequenz eingestellt, die 1/3, 1/4 oder einem anderen ganzzahligen Bruchteil der Frequenz der überlagerten Wechselspannung entspricht. Auf dem Sichtschirm entsteht dann ein waagerechter Leuchtstrich, der genau auf die X-Achse der Meßscheibe zu zentrieren ist. Nun leiten wir die Meßspannung – je nach Schaltungsart des Prüfobjekts und Ausführung des Oszillografen – symmetrisch oder unsymmetrisch dem Y-Platten-Anschluß zu. Wir sehen dann das typische Oszillogramm einer pulsieren-

den Gleichspannung, die in Abhängigkeit von der Polarität oberhalb oder unterhalb der X-Achse der Meßscheibe verläuft.

Der Mittelwert der pulsierenden Gleichspannung läßt sich aus dem Ablenkkoeffizienten des Y-Platten-Systems und der Höhe von der X-Achse der Meßscheibe bis zur Null-Linie der überlagerten Wechselspannungskurve ermitteln.

Bei symmetrischen Plattenzugängen ist eine asymmetrische Gleichspannungsmessung mit einer starken Defokussierung des Elektronenstrahles verbunden.

Achtung! Vor dem Abschalten des Kippgerätes stets Helligkeit vermindern, damit der Leuchtfleck nicht einbrennt.

3.47 Darstellung von Resonanzkurven

Wollen wir Resonanzkurven von Filtern und Durchlaßkurven von Rundfunk- und Fernsehempfängern aufnehmen, so benötigen wir zusätzlich zum Oszillografen einen *Wobbelsender*. Die horizontale Ablenkung des Elektronenstrahles erfolgt dabei zweckmäßig mit der gleichen Spannung, die den Sender in seiner Frequenz wobbelt. Diese Spannung läßt sich in vielen Fällen dem Wobbler entnehmen und wird dann dem X-Eingang des Oszillografen bei Abschaltung des Kippgerätes zugeführt. Manchmal verfährt man auch umgekehrt, indem man die Sägezahnspannung des Kippgerätes des Oszillografen zur Steuerung des Wobblers benutzt. Hierauf wird aber noch bei der Besprechung des Wobbelsenders als einem wichtigen Meßgerät für die Fernsehwerkstatt ausführlich eingegangen (siehe auch Abschnitt 2.45).

3.48 Helligkeitsmodulation

Bei einigen Oszillografen ist außer der Ablenkung des Elektronenstrahles in der X- und Y-Richtung auch eine Steuerung der Helligkeit (Z-Modulation) des Leuchtfleckes möglich. Hierzu wird eine Steuerspannung (Wechsel- bzw. Impulsspannung) der meist mit *Intens. Mod.* bezeichneten Buchse zugeführt, die normalerweise über einen hochspannungsfesten Kondensator (0,1 µF) mit der Katode oder dem Gitter 1 (Wehneltzylinder) der Sichtröhre verbunden ist. Man kann auf diese Weise z. B. den mit Hilfe des Helligkeitseinstellers vollständig unterdrückten Strahl durch *positive* Impulse kurzzeitig sichtbar machen (Helligkeitsmarken) oder einen hellen Strahl durch *negative* Impulse unterbrechen (Dunkelmarken).

Um ein „Durchlaufen" der Marken zu verhüten, ist es in der Regel erforderlich, den Helligkeits- bzw. Dunkelmarkengeber mit dem Kippteil des Oszillografen zu synchronisieren.

Für die Größe der Steuerspannung (Amplitude) werden die Werte meist angegeben.

3.49 X-Y-Oszillograf

Verfügt ein Oszillograf über einen von außen zugänglichen X-Verstärker, der ähnlich oder gleich dem Y-Verstärker aufgebaut ist, bieten sich weitere Meßmöglichkeiten.

3.491 Messung des Phasenwinkels (φ) zwischen zwei frequenzgleichen sinusförmigen Spannungen (Prinzip)

Die eine Meßspannung wird an die X-, die andere an die Y-Platten (oder die entsprechenden Verstärker) geführt. Wählen wir bei der unterschiedlichen Plattenempfindlichkeit die Größe der Spannungen so, daß die Amplituden in der X- und Y-Richtung gleich groß sind, erhält man auf dem Sichtschirm nach den Darstellungen des **Bildes 3.4–17**:

bei $\varphi = 0^0$ oder 180^0 . . . einen Schrägstrich mit einem Neigungswinkel von 45^0,

bei $\varphi = 90^0$ oder 270^0 . . . einen Kreis

bei anderen Winkeln . . . verschiedenartige unter 45^0 geneigte Ellipsen.

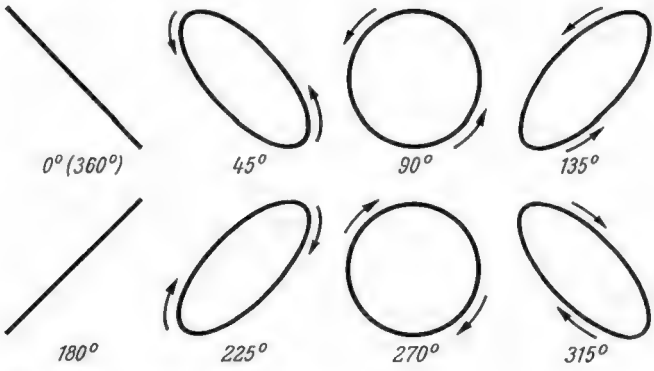


Bild 3.4–17 Oszillogramme von phasenverschobenen Spannungen gleicher Frequenz und Amplitude

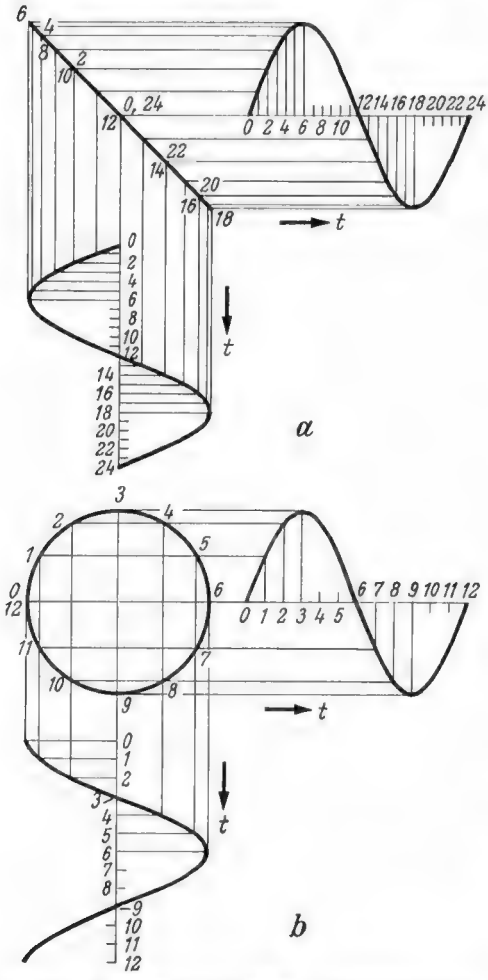


Bild 3.4–18 Lissajous-Figuren, Entstehung der Sonderfälle a Gerade b Kreis

Das Zustandekommen dieser Figuren erklären für die beiden erstgenannten Fälle die **Bilder 3.4–18a** und **b.**

Die Berechnung des Phasenwinkels aus dem Oszillogramm ergibt sich – wenn wir die Figur in einem Meßachsensystem oder noch besser in einem Linienraster nach **Bild 3.4–19** fixiert haben – zu

$$\sin \varphi = \pm \frac{b}{a}$$

Die Werte a und b entnehmen wir dem Schirmbild. Das Vorzeichen des Phasenwinkels ist unbestimmt und kann nur aus dem Umlaufsinn entnommen werden. Zeigt das Schirmbild durch Hinzufügen einer zusätzlichen Phasenverschiebung ($< 45^0$) zunehmende Kreisform, so gilt der Wert φ; tritt eine Verschiebung in Richtung einer Geraden ein, so gilt der Winkel $360^0 - \varphi$.

Wenn die Amplituden in der X- und Y-Richtung verschieden sind, ist die Neigung der Ellipsen und Geraden nicht 45^0, sondern entsprechend größer oder kleiner.

Ein praktisches Beispiel für Phasenmessungen im Laborbereich ist folgendes:

Bestimmung der Phasendrehung innerhalb eines Verstärkers. Hierbei wird eine der Eingangsspannung phasengleiche Spannung an die X-Platten und die auf gleiche Amplitude bemessene Ausgangsspannung des Verstärkers an die Y-Platten gelegt.

Sind bei dem verfügbaren Oszillografen die Verstärker für die Y- und X-Ablenkung nicht gleichartig aufgebaut – dies ist bei den

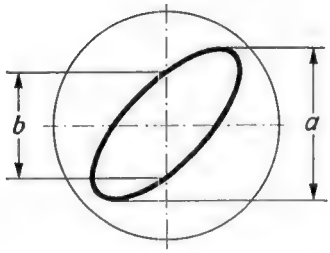


Bild 3.4–19 Berechnung des Phasenwinkels $\sin \varphi = \pm$

Service-Oszillografen der Regelfall –, so können wir mit einem gleichzeitig auf beide Verstärkereingänge gegebenen Signal feststellen, wie weit beide Verstärker den gleichen Frequenz- und Phasengang aufweisen. (Zweckmäßig wird diese Messung durchgeführt, ehe wir andere Verstärker untersuchen, damit die Frequenzgrenzen für unsere Phasenmessungen bekannt sind!)

3.492 Frequenzbestimmung mit Hilfe von Lissajousfiguren

Legt man an eines der Plattenpaare die Spannung mit der unbekannten Frequenz und an das andere Plattenpaar eine Spannung mit bekannter Frequenz (z. B. die Netzfrequenz oder eine Spannung aus einem Tonfrequenzgenerator bzw. Meßsender), so zeigen sich je nach dem Frequenzverhältnis die in **Bild 3.4–20** dargestellten Figuren.

Man braucht also die Frequenz des Meßgenerators nur so einzustellen, daß sich eine der gezeichneten Figuren ergibt. Die unbekannte Frequenz ist dann gleich oder ein ganzzahliger Teil bzw. ein ganzzahliges Vielfaches der bekannten Generatorfrequenz. Das Verhältnis der Frequenzen ergibt sich dabei aus dem Verhältnis der Berührungspunkte einer vertikalen Seite der Lissajousfigur zu denen einer horizontalen Seite an ein die Figur einschließendes Rechteck. Die Auswertung ist jedoch mit Vorsicht durchzuführen, da bei geeigneten Phasenlagen u. U. zwei Punkte in einen zusammenfallen können.

3.493 Vektorskop

Hat der Frequenzgangvergleich nach 3.491 für unseren Oszillografen im X- und Y-Verstärker Gleichheit nach Frequenzgang und

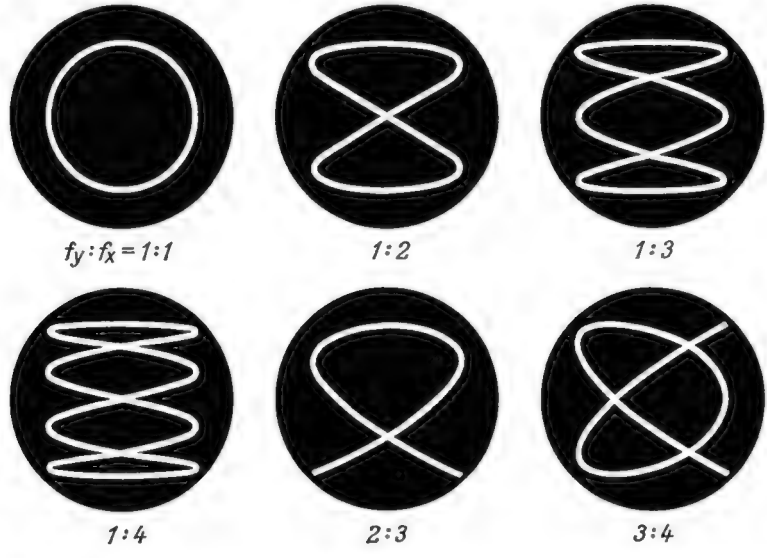


Bild 3.4–20 Darstellung ganzzahliger Verhältnisse zweier Frequenzen durch Lissajous-Figuren

Phase bis wenigstens 150 kHz gezeigt, so können wir ihn bei der Untersuchung von Farbfernsehsignalen bereits recht gut anstelle eines ausgesprochenen X-Y-Oszillografen verwenden. Legt man nämlich, wie schon in 2.44 erwähnt, Farbdifferenzsignale an die Eingänge des X-Y-Oszillografen, so gestattet er die Darstellung der Farbsignale als Zeiger in einem (R-Y)-(B-Y)-Koordinatensystem. Es ist dazu lediglich notwendig, das positive (R–Y)-Signal an den Eingang des Y-Verstärkers und das ebenfalls positive (B-Y)-Signal an den Eingang des X-Verstärkers (Zeitverstärkers) zu legen. Um das bei einem Farbbalkensignal entstehende Bild richtig auswerten zu können, bedienen wir uns einer leicht selbst aus Plexiglas o. ä. herzustellenden Vorsatzskala gemäß Bild 2.46–1. Der in jeder Richtung von 0 bis 6 reichenden Skala wird der nutzbare Bereich des vorhandenen Sichtschirmes zugrunde gelegt. Dann werden unter den in der Tabelle zu Bild 2.46–1 angegebenen Winkeln gegen die + (B-Y)-Achse die ebenfalls in der Tabelle aufgeführten Längen der Farbzeiger abgetragen (der Maßstab wird durch den Sichtschirm bestimmt). Für die Zeiger entstehen die Toleranzfelder durch Verlängern bzw. Verkürzen der Zeigerlänge um jeweils 10 % und durch Vor- bzw. Rückdrehen aus den richtigen Winkeln um jeweils 5 °. Es genügt, die so entstehenden Kästchen in der Hilfsskala aufzutragen. Das Achsenkreuz ist nicht unbedingt notwendig. Es erleichtert aber die Arbeit sowohl beim Herstellen als auch beim Benutzen der Skala. Will man noch mehr tun, so wird eine ringsum verlaufende Gradskala eingezeichnet.

Die Anwendung setzt voraus, daß X- und Y-Verstärker einschließlich evtl. Tastteiler gleich sind. Dies kontrollieren wir so, daß zunächst eine Sinusschwingung von z. B. 1 V und beliebiger Frequenz (zweckmäßig allerdings etwa 100 kHz, da dann sofort Unterschiede in den Verstärkern zu erkennen sind) auf beide Verstärker gleichzeitig gegeben wird. Dabei sind auch die später benutzten Tastteiler mit einzubeziehen. Die Verstärkungen müssen wir dann so bemessen, daß ein Strich von beliebiger Länge unter 45 ° entsteht. Die Einstellungen am Oszillografen dürfen für die nachfolgenden X-Y-Darstellungen nicht mehr verändert werden. Als Meßsignale dienen jetzt die Farbdifferenzsignale von Farbbalken nach der Demodulation (und rückgängig gemachter (B-Y)-Reduktion). Die richtige Länge der Farbzeiger wird mit der Einstellung der Farbsättigung erreicht und nach den Zeigern für Blau und Gelb einjustiert. Treten die Farbdifferenzsignale mit negativem Vorzeichen auf, so ändert sich das Zeigerdiagramm in Form und Lage nicht, nur die Zuordnungen der einander gegenüberliegenden Farben sind zu vertauschen. Es entspricht dann Rot also Cyan und umgekehrt, Grün entspricht Magenta usw. Wie diese Zuordnungen zustande kommen ist leicht zu erkennen, wenn man die Skala nach Bild 2.46–1 zunächst um die (B-Y)-Achse herumklappt und danach um die (R-Y)-Achse.

3.5 Der Umgang mit dem Wobbelsender

3.51 Prinzip des Wobbelns

Um den Sinn und Zweck des Wobbelns zu verstehen, sei zunächst auf das Verfahren der punktweisen Aufnahme einer Durchlaßkurve mittels Meßsender und Anzeigegerät – die sogenannte *statische Methode* – eingegangen.

Das Prüfobjekt (Filter, Hf-, Zf-Verstärker usw.) wird eingangsseitig mit dem Meßsender und ausgangsseitig mit dem Anzeigegerät, z. B. einem elektronischen Voltmeter (2.43), verbunden. Variiert man die Abstimmung des Meßsenders in einem Frequenzbereich, der etwa der Durchlaßbreite des Prüfobjekts entspricht, so lassen sich

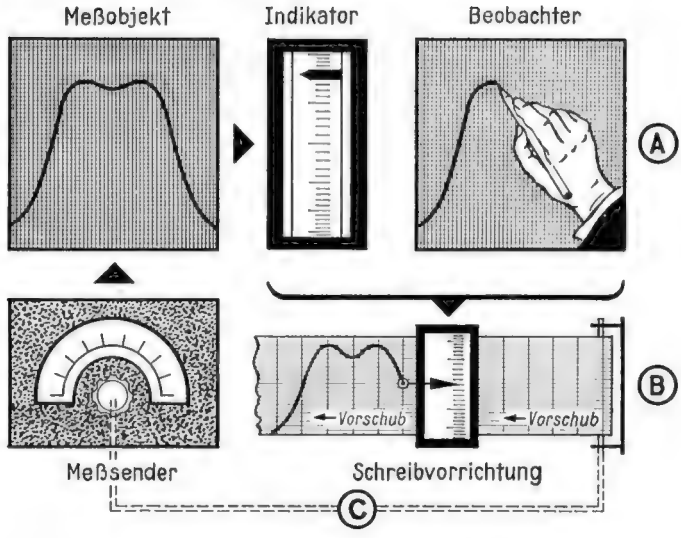


Bild 3.5–1 Schematische Darstellung einer Kurvenaufzeichnung; A) von Hand, B) halbautomatisch durch handbetätigte Senderabstimmung und motorisch angetriebene Schreibvorrichtung, C) vollautomatisch durch gekuppelte, motorisch angetriebene Senderabstimmung und Schreibvorrichtung

am Anzeigegerät in Abhängigkeit von der jeweiligen Dämpfung verschiedene Meßwerte ablesen. Diese Meßwerte, punktweise als Funktion von der Frequenz in ein Koordinatennetz eingetragen, ergeben – wenn man die einzelnen Punkte miteinander verbindet – die Durchlaßkurve. Voraussetzung hierfür ist natürlich, daß die dem Meßobjekt zugeführte Spannung während der Dauer der Messung konstant bleibt.

Das statische Verfahren ist in der Praxis sehr zeitraubend, kann aber für Kontrollzwecke – wie später noch beschrieben wird (Abschnitt 4.62) – nützlich sein. Einen Abgleich nach dieser Methode durchzuführen, ist praktisch nur bei Meßobjekten möglich, die eine symmetrische Durchlaßkurve mit ausgeprägter Resonanzfrequenz (Maximum oder Minimum) aufweisen.

Für die Korrektur von asymmetrischen Durchlaßkurven, beispielsweise am Zf-Verstärker eines Fernsehgerätes, kommt ausschließlich ein dynamisches Verfahren in Frage, bei dem die Kurve selbsttätig und so schnell wiederholt aufgezeichnet wird, daß wir die Auswirkung eines Abgleichs sofort erkennen.

Die *dynamische Methode* unterscheidet sich also von der statischen Methode darin, daß jene vollautomatisiert ist und augenblicklich (praktisch trägheitslos) das Meßergebnis anzeigt.

Für die Entwicklung des dynamischen Verfahrens kann man sich folgenden Weg einer schrittweisen Automatisierung der einzelnen Vorgänge vorstellen:

Wird der an das Meßobjekt angeschlossene Meßsender stetig mit der Hand von einer unteren Grenzfrequenz f_{min} über die Mittenfrequenz f_{mitt} bis zu einer oberen Grenzfrequenz f_{max} entsprechend der Durchlaßbreite des Meßobjektes verstimmt, so zeigt, wie eingangs erwähnt, das am Ausgang des Meßobjektes gelegene Indikatorinstrument eine Richtspannung an, die proportional der Durchlaßcharakteristik schwankt. Ein Beobachter überträgt diese Spannungswerte in ein Koordinatennetz **(Bild 3.5–1 A).**

Indem wir nun den Zeiger des Indikatorinstrumentes mit einem Schreibstift versehen und ein Zeichenblatt mit derselben Geschwindigkeit, mit der die Verstimmung des Senders erfolgt, senkrecht zum Zeigerausschlag unter dem Stift wegführen (Bild 3.5–1 B), hätten wir schon einen ersten Schritt der Automatisierung erreicht. Es entstünde eine lückenlose Amplitudenkurve, also die Durchlaßcharakteristik des Meßobjektes. Wir hätten nun hierbei zwar die Zeichenarbeit gespart, doch würde der Vorgang – auch wenn die Senderabstimmung mechanisiert wäre (Bild 3.5–1 C) – zu träge ablaufen. Wir müßten immer erst abwarten, bis die Kurve vollständig dargestellt ist, bevor wir das Ergebnis einer Abgleichkorrektur angezeigt erhalten. Es erhebt sich daher die Forderung nach einer laufenden Darstellung des bestehenden Abgleichzustandes. Dies kann nur mit einem elektronischen Verfahren geschehen, bei dem nachstehende Arbeitsvorgänge automatisiert sind:

Periodisches Durchstimmen des Meßsenders in einem gewünschten Frequenzbereich,

„zwangsläufige Kupplung" der Senderabstimmung mit der X-Ablenkung eines Oszillografen,

Sichtbarmachung der Durchlaßkurve auf dem Oszillografenschirm.

Wir brauchen also einen Oszillografen und dazu einen automatisch gesteuerten Sender, den sogenannten *Wobbler*. Die Arbeitsweise dieser Anordnung ist folgende: Ein Sender wird über eine elektronische oder mechanische Einrichtung mit einer gewissen Häufigkeit in einem gewünschten Bereich durchgestimmt. Dieses Durchstimmen soll aus Gründen der Darstellungstreue möglichst langsam erfolgen, trotzdem ist für die ermüdungsfreie Betrachtung ein flimmerfreies Bild notwendig. Hier bietet sich mit seinen 50 Perioden/sec das Wechselstrom-Lichtnetz als sehr zweckmäßig an. Die Ableitung jeder erforderlichen Spannung aus dem ohnehin notwendigen Netztransformator bereitet keine Schwierigkeiten, und 50 Kurvenzüge in der Sekunde registriert das menschliche Auge als ein ruhendes Bild.

Wird nun der Sender in der Sekunde 50-mal von der unteren Grenzfrequenz f_{min} über f_{mitt} nach f_{max} durchgestimmt, so braucht auf dem Oszillografen lediglich die phasengleiche Zeitbasis geschrieben zu werden.

In **Bild 3.5–2a** bis **f** sind diese Zusammenhänge sowie die Entstehung der verschiedenen Oszillogramme ausführlich grafisch dargestellt. Am unteren Bildrand erkennen wir die 50periodige Netzwechselspannung. Sie wird einmal dem Oszillografen und zum anderen dem Wobbler zugeführt.

Im Oszillografen wird die sich sinusförmig mit der Zeit ändernde Spannung lediglich auf einen für die X-Ablenkung ausreichenden Wert gebracht. Dies ergibt die Zeitbasis.

Im Wobbler entstehen aus den Spannungsänderungen jedoch Frequenzänderungen, die – wie aus Zeile c) des Bildes zu ersehen ist – mit der Zeitablenkung synchron laufen.

Die Hervorhebung der jeweils ansteigenden Flanke der Kurve für die sinusförmige Frequenzvariation soll andeuten, daß man nur diesen Teil der Verstimmung nutzt. Die „Rückverstimmung" während der Zeit t_6 bis t_{12} wird ausgetastet, d. h. der Sender liefert keine Ausgangsspannung. Es ergibt sich dadurch der praktische Vorteil, daß im Oszillogramm stets eine Null-Linie als Bezug mitgeschrieben wird. Bei fehlender Austastung bestünde überdies der Mangel, daß die beim Hin- und Rücklauf entstehenden Kurven durch Erscheinungen, die im Prinzip des Wobbelns begründet sind, nicht an der gleichen Stelle auf dem Bildschirm geschrieben werden und so die Auswertung erschweren.

Der Wobbler liefert nun innerhalb des eingestellten Druchstimmbereiches (Frequenzhub ca. einige MHz, für Mittenfrequenzen bis zu einigen 100 MHz) sämtliche Frequenzen mit gleicher Amplitude. In der Zeile d) unseres Bildes ist rechts ein solches Oszillogramm dargestellt. Es entsteht wie folgt:

Zur Zeit t_0 liefert die Zeitbasis die Spannung U_{min} und der Wobbler die Frequenz

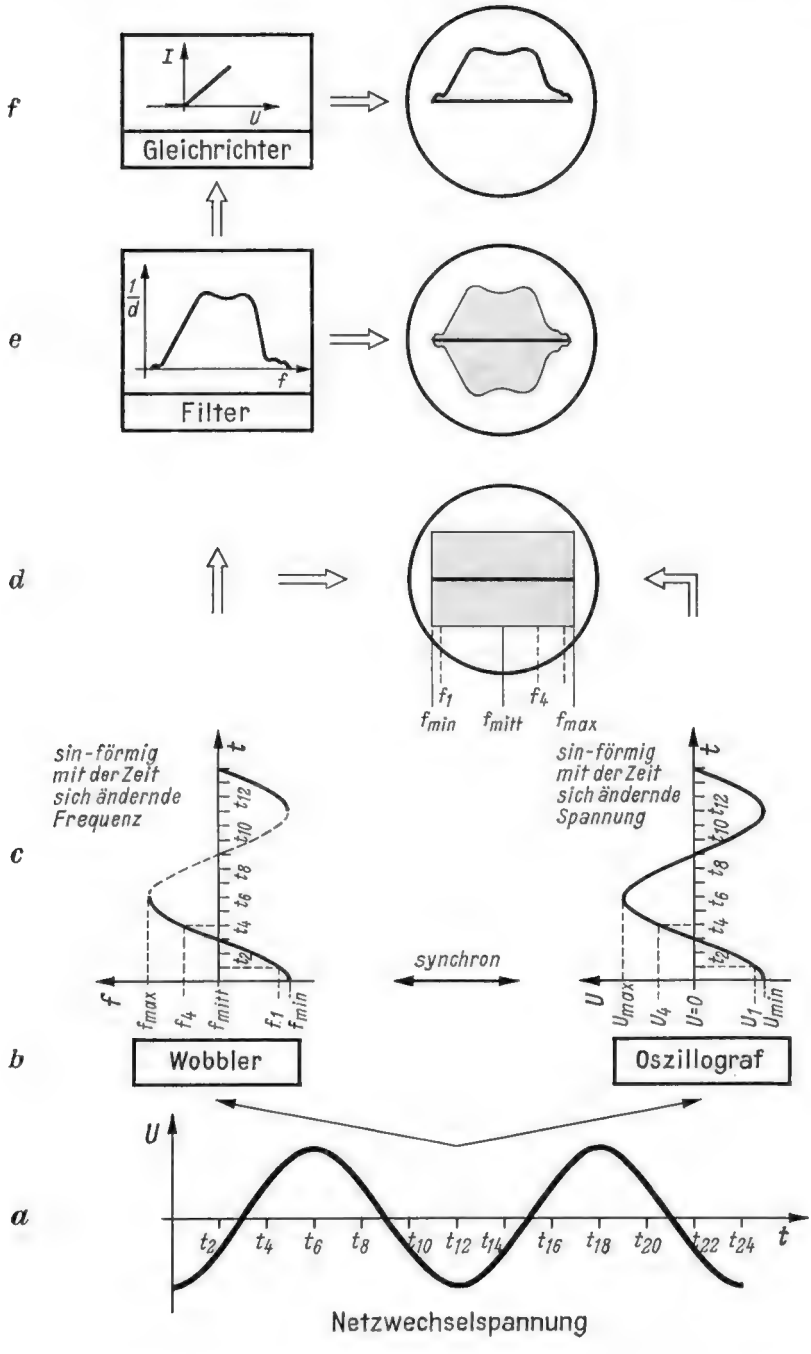


Bild 3.5–2 Entstehung der Durchlaßkurve beim Arbeiten mit dem Wobbler

f_{min}. Dementsprechend wird ganz links im Oszillogramm eine Anzahl von Schwingungen der Frequenz von f_{min} geschrieben. Inzwischen steigt die Spannung von U_{min} auf U_1 und die Frequenz von f_{min} auf f_1. Etwas weiter rechts im Oszillogramm entstehen somit einige Schwingungen der Frequenz f_1. Daran anschließend zur Zeit t_2 erscheint die Frequenz f_2 und so fort, bis über die Mittenfrequenz f_{mitt} schließlich am rechten Bildrand die höchste Frequenz f_{max} erreicht wird. In diesem Augenblick (t_6) wird die Ausgangsspannung des Wobblers abgeschaltet und der Oszillograf erhält keine Vertikalablenkspannung mehr, es verbleibt nur noch die von U_{max} nach U_{min} zurücklaufende Zeitbasisspannung, die eine Bezugslinie ins Oszillogramm schreibt.

Wir haben also aus der Kombination einer sich mit der Zeit sinusförmig ändernden Spannung und einer sich ebenso ändernden Frequenz auf dem Oszillografen eine Frequenzskala erhalten. Bringen wir jetzt ein in diesem betrachteten Frequenzbereich frequenzabhängiges Gebilde – z. B. ein Filter – in den Leitungszug zum Oszillografen, so werden nicht mehr alle Frequenzen mit der gleichen Amplitude wiedergegeben, sondern entsprechend der Durchlaß-Charakteristik des frequenzabhängigen Gliedes mehr oder minder geschwächt. Ein solcher Fall ist in der nächsten Zeile e) dargestellt. Links sieht man die Durchlaß-Charakteristik des zu prüfenden Filters. Es wurde die Überalles-Durchlaßkurve eines Fernsehempfängers als Beispiel gewählt. An der linken (niedrigfrequenten) Seite ist die Nyquistflanke zu erkennen, rechts sieht man die Tontreppe. Wie das Oszillogramm dazu aussieht, ist rechts in der Zeile e) dargestellt. Entsprechend der Schwächung der verschiedenen Frequenzen durch das Filter erscheinen sie mit verschiedenen Amplituden symmetrisch zur Null-Linie.

So interessant und aufschlußreich diese Methode der Darstellung von Frequenzkurven auch ist, so hat sie doch verschiedene schwerwiegende Nachteile:

Der Oszillograf muß eine sehr hohe Grenzfrequenz haben, nämlich die Arbeitsfrequenz des Meßobjektes (u. U. 100 bis 200 MHz);

die zu beurteilende Charakteristik erscheint zweimal, nämlich als obere und untere Umhüllende der Hochfrequenz.

Mit der letzteren Tatsache ist aber gleichzeitig ein Weg zur Vermeidung der Schwierigkeiten angedeutet. Wir benötigen zur Beurteilung der Durchlaß-Charakteristik ja lediglich eine Umhüllende, ob obere oder untere ist gleichgültig. Sie läßt sich in sehr einfacher Weise durch Gleichrichtung aus dem hochfrequenten Signal gewinnen. In der Zeile f) ist dieser Vorgang schematisch dargestellt. Die aus dem Filter kommende Hochfrequenz gelangt auf einen Gleichrichter und wird dann erst dem Oszillografen zugeführt. Der Oszillograf braucht jetzt nicht mehr die sehr hohen Frequenzen selbst aufzuzeichnen, sondern nur die ihren Amplituden entsprechenden Gleichspannungen. Da aber durch die Wobbelung mit 50 Hz jeder Gleichspannungswert der Durchlaß-Charakteristik 50mal in der Sekunde wiederholt wird, schreibt der Oszillograf lediglich eine 50periodige Wechselspannung. Die Anforderungen an ihn sind also erheblich gesunken. Sie wären am extremsten beim Aufzeichnen der Hüllkurve des Oszillogrammes aus der Zeile d). Der Oszillograf müßte dann einen Rechteckimpuls schreiben, d. h. Gleichstrom übertragen können, um keine Dachschräge auftreten zu lassen, und außerdem vielleicht die 100ste Harmonische der Grundwelle, also 5000 Hz, um die Ecken nicht zu verrunden. Aber selbst diese so extrem formulierten Bedingungen – die in der Praxis kaum jemals vorkommen – werden von jedem gängigen Service-Oszillografen erfüllt. Nun wird allerdings der Oszillograf in der Servicepraxis nicht speziell für diesen Zweck verwendet, sondern – wie schon an anderer Stelle (Abschnitt 2.44) erwähnt – vorwiegend für die direkte Anzeige hochfrequenter Vorgänge. Die Forderung nach Breitbandigkeit des Oszillografen bleibt also bestehen.

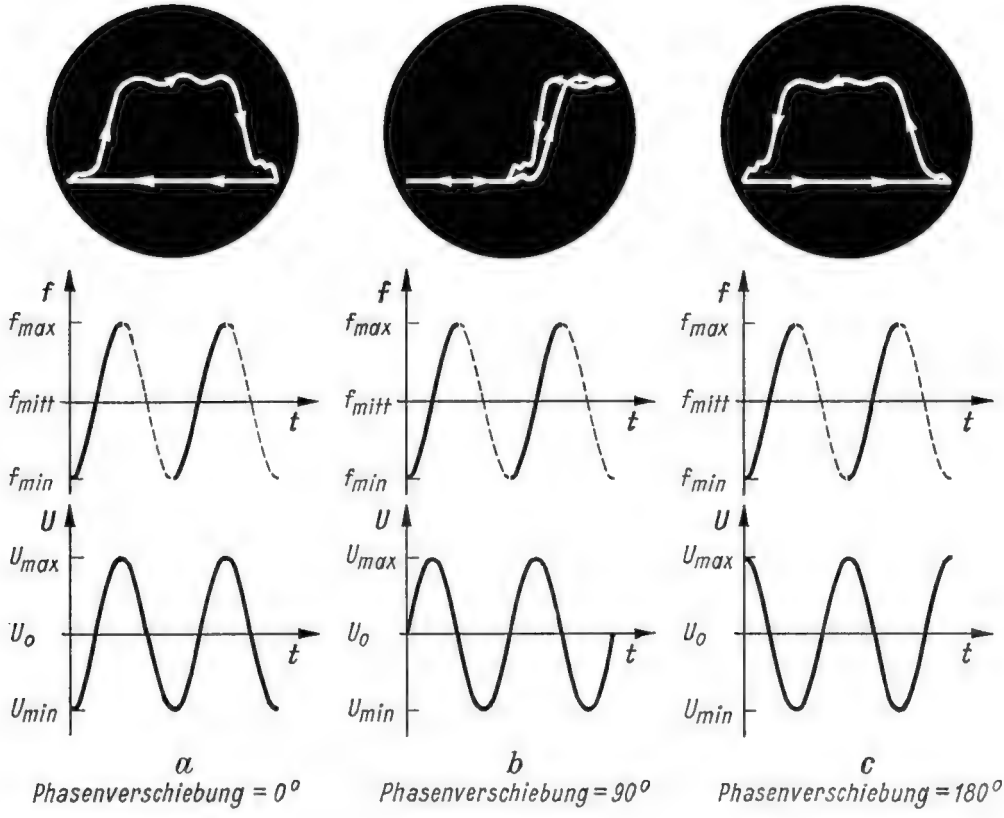


Bild 3.5–3 Darstellung von Durchlaßkurven bei verschiedenen Phasenwinkeln zwischen Steuerspannung des Wobblers und Zeitablenkspannung des Oszillografen

Die obengenannte Gleichrichtung kann entweder in der Schaltung selber (Videogleichrichter o. ä.) oder in einem dem Oszillografen vorgeschalteten Tastgleichrichter erfolgen (Meßkabel mit entsprechendem Tastkopf).

Bei der Entstehung der Oszillogramme wurde die Notwendigkeit der Phasengleichheit zwischen Zeitbasis und gewobbelter Hochfrequenz betont. Was es damit auf sich hat, soll jetzt durch einige Bilder näher erläutert werden.

Bild 3.5–3a zeigt uns ein Oszillogramm, wie es richtig geschrieben ist. Aus dem Verlauf der Frequenz und der Zeitbasisspannung ist zu ersehen, daß – wie auch schon weiter vorn geschildert – mit der größten negativen Zeitbasisspannung gleichzeitig die niedrigste Frequenz am Ausgang des Wobblers auftritt. Durch eine Phasenverschiebung von 90° (Darstellung **b**) tritt die niedrigste Frequenz des Wobblers dann auf, wenn die Zeitbasis die Spannung Null aufweist, d. h. wenn sich der Elektronenstrahl des Oszillografen in der Mitte und nicht am linken Rand des Schirmes befindet. Das Oszillogramm beginnt also in der Schirmmitte, entwickelt sich zum rechten Rand hin, wird dort gewissermaßen zusammengefaltet und nach links weitergeschrieben. Beträgt die Phasenverschiebung 180° (Darstellung **c**), so beginnt das Oszillogramm mit seiner tief-

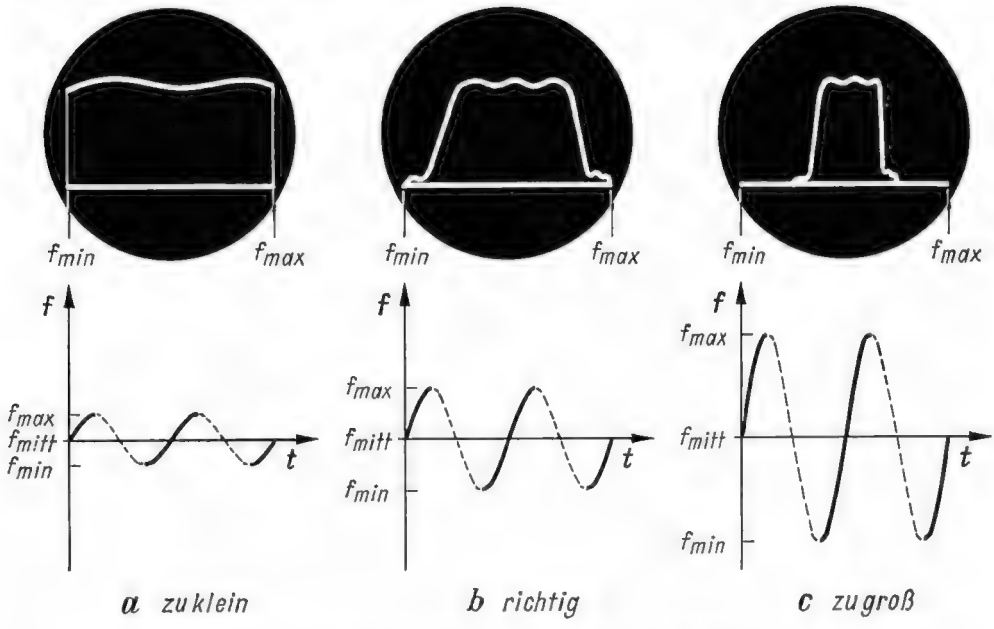


Bild 3.5–4 Darstellung von Durchlaßkurven bei verschieden großem Frequenzhub

sten Frequenz rechts, und die Kurve erscheint spiegelbildlich zur ursprünglichen Darstellung.

Ein wichtiges Kriterium für die einwandfreie Abbildung der Durchlaßkurve ist neben der Phasenlage noch der Frequenzhub, also das Maß für die maximale Verstimmung des Wobblers aus seiner Mittenfrequenz. Da der Hub direkt proportional der Wobbelspannung, d. h. der Modulationsamplitude ist, muß diese so bemessen werden, daß die Frequenzmodulation den Sender zumindest von der oberen bis zur unteren Grenzfrequenz der Durchlaßkurve des Meßobjektes verstimmt.

Bei einer Bandbreite von 6 MHz und einer Mittenfrequenz von beispielsweise 35 MHz wäre demnach eine Verstimmung von wenigstens ± 3 MHz, entsprechend einem Hub von 6 MHz, notwendig. In diesem Fall ist das Oszillogramm jedoch über die gesamte Zeitbasis auseinandergezogen und nicht recht erkennbar. Ein brauchbares Oszillogramm stellt sich erst ein, wenn der Hub etwa 1,5...2mal so groß wird wie die Bandbreite, also bei 6 MHz Bandbreite etwa 10 MHz, d. h. ± 5 MHz von der Mittenfrequenz. Die **Bilder 3.5–4 a, b** und **c** zeigen gezeichnete Oszillogramme bei zu kleinem, richtigem und zu großem Hub.

Abschließend sei bemerkt daß sich das Wobbelverfahren nicht nur mit Sinusspannungen, sondern auch mit Wechselspannungen beliebiger Kurvenformen durchführen läßt, so vor allem mit dem Sägezahn des Kippgenerators vom Oszillografen, wobei dann der Wobbler durch diesen Sägezahn frequenzmoduliert wird und die Zeitablenkung am Oszillografen normal mit der Kippfrequenz erfolgt. Auch hier werden Frequenzen zwischen 30 und 100 Hz bevorzugt.

3.52 Sinn und Funktion des Markengebers

Zur exakten Bestimmung der Frequenzen einer Durchlaßkurve dient der Markengeber. Dies ist in der Regel ein genauer Meßsen-

der, der es ermöglicht, jeden Punkt der abgebildeten Durchlaßkurve mit einer Frequenzmarkierung (*Schwebungsmarke, Pips*) zu versehen und damit die Lage, Bandbreite usw. der Kurve frequenzmäßig zu vermessen. Die Frequenzmarkierung kommt in der Mehrzahl der Fälle folgendermaßen zustande:

Der Wobbler und der Markengeber liefern ihre Frequenzen (variierende und feste) an das Meßobjekt, das sie als linearer Breitbandverstärker unvermischt passieren lassen muß. An seinem Ausgang befindet sich ein Gleichrichter, der dem Meßobjekt oder Oszillografen zugeordnet sein kann. Die Gleichrichtung bewirkt nun eine Modulation der verschiedenen Frequenzen miteinander, wodurch in bekannter Weise Summen- und Differenzfrequenzen entstehen. Uns interessieren nur die Differenzfrequenzen. Da der Markengeber eine Frequenz liefert, die auch während einer sehr kurzen Zeit des Frequenzdurchlaufes vom Wobbler erzeugt wird, muß für diesen Augenblick die Frequenzdifferenz 0 Hz, d. h. Gleichstrom, auftreten. In der unmittelbaren Umgebung dieses Punktes steigt die Differenzfrequenz sehr rasch an und nimmt mit wachsender Entfernung zu. Wenn wir durch einen Tiefpaß dafür Sorge tragen, daß der Oszillograf nur sehr niedrige Frequenzen anzeigt, so wird sich das „Schwebungs-Null" deutlich durch eine Amplitudenänderung innerhalb des Kurvenzuges aus seiner Umgebung abheben **(Bild 3.5–5).**

Da, wie gesagt, die Änderungen der Differenzfrequenz in der Umgebung dieser Nullstelle sehr groß sind, genügt eine Beschränkung auf Frequenzen von einigen kHz, um bereits scharf ausgeprägte Schwebungsmarken zu erhalten.

Würde der Oszillograf alle nach der Gleichrichtung entstehenden Frequenzen zugeführt bekommen (auch im Gleichrichterteil keine Siebglieder!), so ergäbe sich statt des klar gezeichneten Kurvenzuges mit seiner Frequenzmarke eine breite verwaschene Linie **(Bild 3.5–6).** Die so entstandene „Strichbreite" würde der Amplitude der zugeführten Markengeberfrequenz entsprechen.

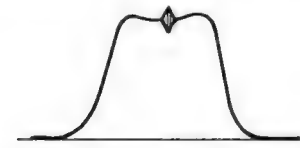


Bild 3.5–5 Durchlaßkurve mit Frequenzmarke, durch Tiefpaß beschnitten

Bild 3.5–6 Durchlaßkurve mit „Frequenzmarkierung" ohne jegliche Filterung nach der Gleichrichtung

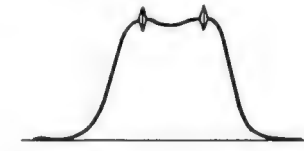


Bild 3.5–7 Durchlaßkurve mit mehreren Frequenzmarken durch zusätzliche Modulation

Bei der üblichen Frequenzbeschneidung durch einen Tiefpaß ist die Amplitude der Markengeberfrequenz nur noch an der Schwebungsnullstelle zu erkennen. Diese Amplitude läßt sich meist gesondert einstellen. Sie ist so schwach zu bemessen, daß sich das Bild der Durchlaßkurve nicht verzieht. Variiert man die Markengeberfrequenz, so wandert die Marke über die Kurve hinweg (daher auch der Werkstattausdruck „Laus").

Meist wird die unmodulierte Markengeberfrequenz für Markierungen verwendet. Im Bedarfsfalle läßt sich die jeweils eingestellte Markengeberfrequenz noch mit der Frequenz eines 5,5-MHz-Quarzoszillators modulieren. Dann zeigen sich auf der abgebildeten Durchlaßkurve oberhalb und unterhalb der eingestellten Markengeberfrequenz in einem Abstand von 5,5 MHz weitere Schwebungen, die besonders bei der Darstellung entsprechend breiter Durchlaßkurven

(Tuner usw.) eine übersichtliche Beurteilung der Bandbreite ermöglichen **(Bild 3.5–7)**.

Nach diesem Prinzip läßt sich übrigens auch die Skala des Markengebers kontrollieren. Beträgt die Markengeberfrequenz 5,5 MHz oder ein Vielfaches davon, so entstehen auf der abgebildeten Durchlaßkurve Schwebungen sehr genau definierter Frequenz, die mit der Anzeige des Markengebers verglichen werden können.

Ein mit Tonfrequenz (z. B. 800 Hz) modulierbarer Markengeber bietet, ähnlich wie ein tonmodulierter Meßsender, die Möglichkeit, im Zf-Verstärker eines Fernsehempfängers vorhandene Fallen abzugleichen, wobei die Minimalhöhe der Amplituden am Oszillografen oder am elektronischen Voltmeter beobachtet werden kann. Das amplitudenmodulierte Prüfsignal wendet man auch bei der Fehlersuche an einem defekten Gerät an. Besteht die Möglichkeit einer Fremdmodulation, z. B. durch ein Videosignal, so können wir den Markengeber auch als Fernseh-Prüfgenerator verwenden, er gestattet dann eine Funktionskontrolle des Fernsehempfängers.

3.53 Grundsätzlicher Aufbau der Wobbler

Der schaltungsmäßige Aufbau der einzelnen Wobbler ist unterschiedlicher als bei den Oszillografen, so daß hier nur grundsätzliche Ausführungen gemacht werden können. Einzelheiten gehen aus der vom jeweiligen Hersteller herausgebrachten Bedienungsanleitung hervor.

Das Kernstück, der eigentliche Wobbler, arbeitet in der Regel nach dem Schwebungsprinzip, weil damit eine hohe Frequenz- und Amplitudenkonstanz und vor allen Dingen ein von der eingestellten Arbeitsfrequenz unabhängiger Frequenzhub zu erreichen sind. Das Schwebungsprinzip erfordert zwei Oszillatoren, einen mit konstanter Frequenz (f_k, gewobbelt) und einen mit veränderbarer Frequenz (f_v), wobei sich als Mischprodukte eine Summenfrequenz $f_1 = f_v + f_k$ und eine Differenzfrequenz $f_2 = f_v - f_k$ ergeben. Nutzt man die Differenzfrequenz, so läßt sich zum Beispiel mit $f_k = 330$ MHz und $f_v = 335 \ldots 550$ MHz der Variationsbereich 5 ... 220 MHz erzielen; es werden dann folgende häufig verwendete Frequenzen erfaßt:

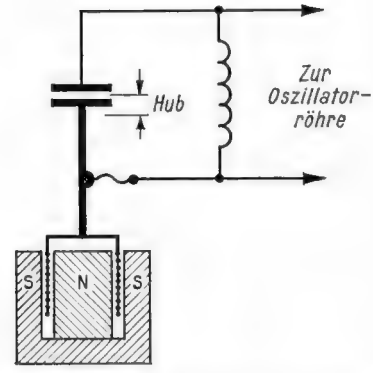


Bild 3.5–8 Wobbeln durch elektrodynamisch variierten Kondensator (Prinzip)

10,7 MHz:	UKW-Rundfunk-Zf
4 (3) ... 40 MHz:	Fernseh-Zf, Ton-Zf, Farbträger
40 ... 80 MHz:	Bereich I (Fernsehen)
88 ... 108 MHz:	Bereich II (UKW-Rundfunk)
174 ... 223 MHz:	Bereich III (Fernsehen)

Durch Summenbildung $f_v + f_k$ ist auch der UHF-Bereich zu bestreichen.

Die Frequenzmodulation (Wobbelung) erfolgt durch periodische Änderung eines der frequenzbestimmenden Elemente des Oszillator-Abstimmkreises (bei Wobblern nach dem Schwebungsverfahren stets am Festoszillator). Dabei wird entweder die Kapazität oder die Induktivität mechanisch, d. h. durch elektrodynamische bzw. elektromotorische Antriebe, variiert, oder es findet eine Verstimmung des Abstimmkreises durch „ruhende", z. B. elektronische, Anordnungen statt.

Ein Beispiel für die Frequenzmodulation der erstgenannten Art zeigt die Prinzipskizze in **Bild 3.5–8.** Hier ist die Kreiskapazität des Oszillatorsystems als Tauchkondensator

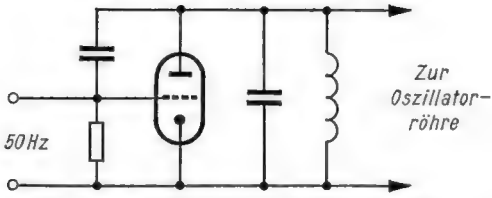


Bild 3.5–9 Wobbeln durch elektronische Kapazitätsänderung mittels Reaktanzröhre (Prinzip)

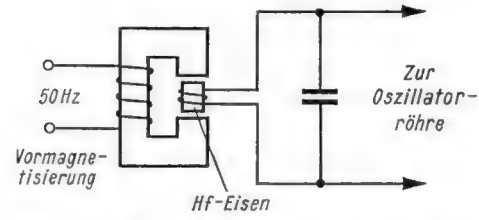


Bild 3.5–10 Wobbeln durch elektronische Induktivitätsänderung, μ-Variation eines Hf-Eisenkernes (Prinzip)

ausgebildet, den man mit einem Schwingspulensystem, ähnlich dem eines permanentdynamischen Lautsprechers, mechanisch gekuppelt hat. Durch Anlegen der Modulationsspannung an die Schwingspule wird diese periodisch ausgelenkt. Daraus resultiert eine periodische Verstimmung des Schwingkreises, und die eingestellte Sollfrequenz des Meßsenders ändert sich im Takt der Modulationsfrequenz. Die Größe der Auslenkung ist direkt das Maß für die Verstimmung (Frequenzhub) und damit direkt proportional der Amplitude der angelegten Modulationsspannung (große Amplitude = großer Hub, kleine Amplitude = kleiner Hub).

Bei der zweiten Art der Frequenzmodulation eines Wobblers dient eine Elektronenröhre als regelbare Induktivität oder Kapazität **(Bild 3.5–9)**. Sie liegt parallel zum Oszillatorkreis. Erhält das Gitter dieser (Reaktanz-) Röhre eine beispielsweise aus der Heizwicklung des Netztransformators entnommene Spannung (50 Hz), so ändern sich periodisch die wirksamen Röhrendaten. Die daraus resultierende Verstimmung des Oszillatorkreises ergibt dann die gewünschte Frequenzsteuerung. Moderne Kapazitäts-Variationsdioden ermöglichen diese Art der Frequenzmodulation in besonders eleganter Weise.

Eine weitere elektronische Methode für die Frequenzmodulation des Wobblers beruht auf der periodischen μ-Änderung des Hf-Eisenkerns in der Oszillatorspule **(Bild 3.5–10)**.

Der Schaltungskomplex des Markengebers umfaßt einerseits den abstimmbaren Hf-Oszillator, andererseits den Modulationsoszillator, einen Modulationsartenschalter und den Modulationsverstärker. Die Modulation des Trägers erfolgt in der Trenn- und Modulationsstufe.

Das Zusammenwirken der verschiedenen Stufen eines Wobblers ist am anschaulichsten aus einer Blockschaltung zu erkennen. **Bild 3.5–11** zeigt als Beispiel eine solche des Grundig-Wobbelsenders WS 4. Er ist transistorisiert, verfügt für die Abstimmung und Wobbelung über Kapazitätsdioden und überstreicht die Bereiche von 3...230 MHz sowie von 470...870 MHz. Der Wobbelhub läßt sich bis ± 15 MHz einstellen.

3.54 Hinweise zur Inbetriebnahme, Anschaltung und Bedienung des Wobblers und Oszillografen

Für die Inbetriebnahme des Wobblers gelten die gleichen Grundsätze wie für Oszillografen. So sind also auch hier die Erdungsbedingungen zu beachten. Das Gerät ist nach dem Einschalten in etwa 5 Minuten betriebsbereit. Für genaue Frequenzmessungen muß man bis zum Erreichen des thermischen Gleichgewichts mit einer Einlaufzeit von etwa 30 Minuten rechnen. Man spart daher Zeit, wenn man bei Nachstimmarbeiten als erste Arbeitsvorbereitung den Wobbler einschaltet und dann erst die Meßanordnung aufbaut.

3.541 Zeit-(X-)Ablenkung

Da die Ablenkspannung des Oszillografen zugleich die Verstimmspannung des Wobblers darstellt und diese im Wobbler

meist aus dem Netztransformator gewonnen wird, muß zunächst einmal eine Verbindung zwischen dem Wobblerausgang für die Zeitbasisspannung und den X-Platten bzw. dem X-Verstärkereingang des Oszillografen hergestellt werden. Die X-Verstärker der Oszillografen verarbeiten im allgemeinen keine allzu großen Eingangsspannungen. Wir drehen daher deren Amplitudeneinsteller zweckmäßig auf volle bis mittlere Empfindlichkeit und regulieren die Breite der Zeitbasis (normalerweise $^2/_3$ des Schirmdurchmessers) mit dem entsprechenden Einsteller des Wobblers. Ein Vertauschen der Stecker für die X-Ablenkung des Wobblers entspricht einem Vertauschen der höheren und niedrigeren Frequenzen am Schirmbild der Sichtröhre (Phasenlage $0^0 \rightarrow 180^0$, Bild 3.5–3).

Manche Oszillografen verfügen über eine 50-Hz-Sinusspannung zur Horizontalablenkung. Dann entfällt die Verbindungsleitung – vorausgesetzt, daß sich im Oszillografen ein Phasenschieber befindet, der die Einstellung der Phasengleichheit ermöglicht (siehe Abschnitt 3.51).

3.542 Anschluß des Meßobjektes

Wobbler haben meist einen asymmetrischen Ausgang von 60 (75) bzw. 150 Ω und ermöglichen damit den Anschluß eines konzentrischen Meßkabels, das die Einstreuung von Störspannungen verhindert.

Bei einer Verbindung des Wobblers mit dem Meßobjekt ist das Meßkabel mit der Ausgangsimpedanz des Wobblers (60 bzw. 150 Ω) abzuschließen. Ein fehlender oder ungenauer Abschluß führt zu stehenden Wellen auf der Leitung und damit zu einer falschen Darstellung der Durchlaßkurve.

Natürlich sind auch beim Anschluß des Oszillografen gewisse Regeln zu beachten. Hier ist vor allem der belastungsfreie Anschluß an das Meßobjekt wichtig. Oszillografen haben – wie wir wissen – in der Regel einen Eingangswiderstand von 1 MΩ und eine Kapazität von etwa 20 pF. Unter Umständen bedeutet die kapazitive Komponente, addiert zur Kapazität der Meßleitung, eine unzulässige Belastung des Meßpunktes.

3.543 Einstellung am Wobbler

Für Messungen an schmalbandigen Objekten, z. B. Ton-Zf-Verstärkern, Diskriminatoren, stellt man einen kleinen Frequenzhub (ca. ± 0,3 MHz) ein. Sollen aber die Durchlaßkurven der Zf-Stufe oder ähnliche breitbandige Kurven zur Anzeige gebracht werden, wählt man einen Frequenzhub von ca. ± 10 MHz.

Mit dem Wobbler ist nun auf Bandmitte des interessierenden Frequenzbereiches abzustimmen. Die auf dem Schirm erscheinende Kurve wird mit dem Y-Verstärkungseinsteller des Oszillografen sowie dem Hubeinsteller des Wobblers auf beste Lage und Form gebracht. Man stellt den Hub am günstigsten so ein, daß die abzubildende Kurve etwa $^2/_3$ des Sichtschirmes einnimmt.

3.544 Einpegeln der Ausgangsspannung

Die richtige Wahl der Ausgangsspannung hängt vom Meßvorgang ab. Im allgemeinen paßt man die Empfindlichkeitseinstellung des Oszillografen der maximal hinter dem Meßobjekt zur Verfügung stehenden unverzerrten Ausgangsspannung an. Die Ausgangsspannung am Wobbler ist dann so zu regeln, daß das Meßobjekt nicht übersteuert wird. Stellt das Meßobjekt einen geregelten Verstärker dar, so müssen wir, wie später noch beschrieben, die Regelleitung auftrennen und eine feste Gittervorspannung anlegen.

Über die Anwendung des Wobblers in der Servicepraxis wird noch im Kapitel 4.6, Abgleicharbeiten, genauer berichtet.

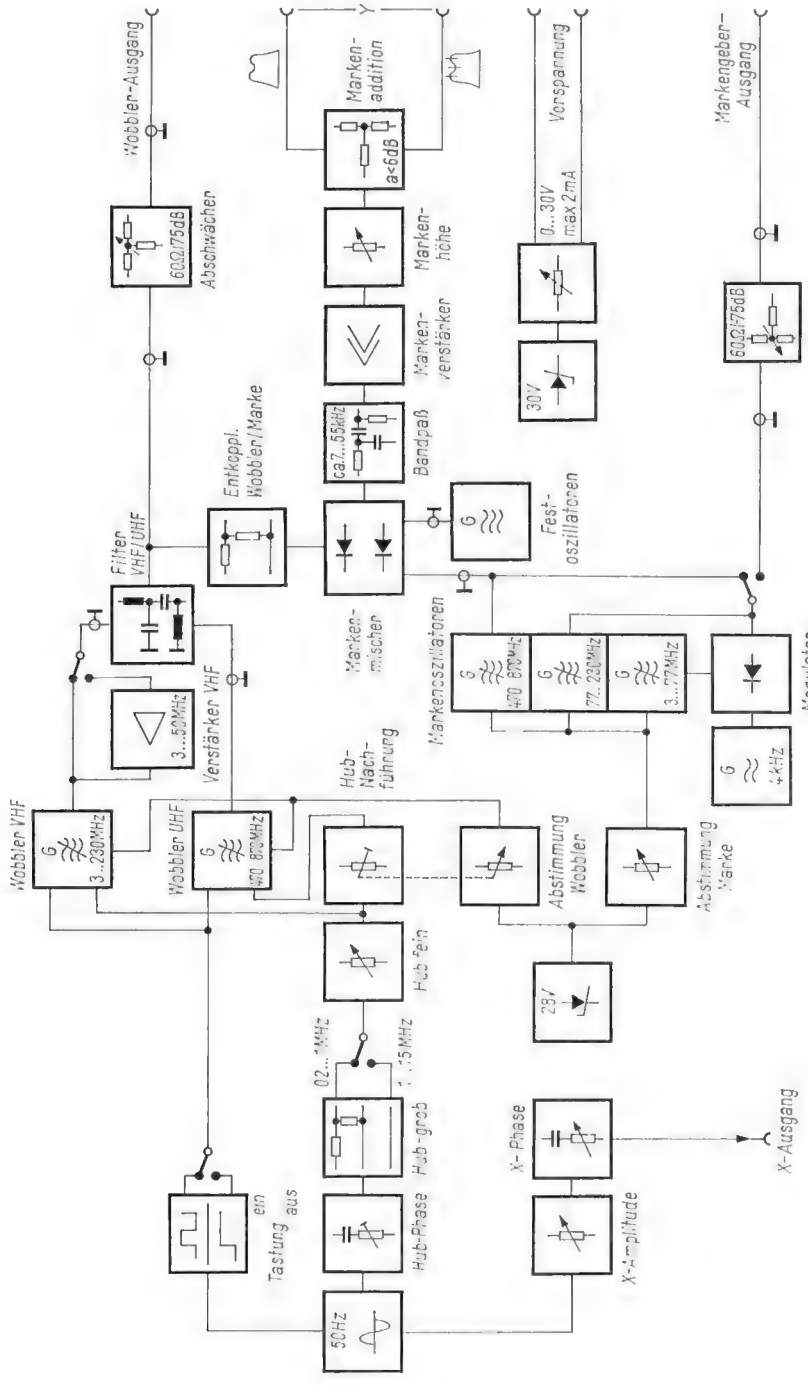


Bild 3.5–11 Prinzipschaltung eines modernen Wobbelsenders (Typ WS 4, Grundig)

3.6 Geräteprüfung mit dem Farbsignal-Generator

3.61 Allgemeines

Da die Farbsignal-Generatoren der einzelnen Hersteller im Aufbau mehr oder minder voneinander abweichen und es letztlich für den Benutzer auch nicht so wichtig ist, wie die eine oder andere Stufe eines solchen Gerätes geschaltet ist, soll hier von einer Funktionsbeschreibung abgesehen werden. Wer ernstlich daran interessiert ist, erfährt die Einzelheiten aus der jeweiligen Bedienungsanleitung. Das Studium dieser Schrift für die Fragen der Inbetriebsetzung, Bedienung und Wartung ist in jedem Falle zu empfehlen.

Der Farbsignal-Generator ermöglicht je nach seinen Ausgangsspannungen folgende Untersuchungen:

3.62 Überprüfen der Gesamtfunktion eines Fernsehempfängers mit dem kompletten Fernsehsignal (Bild, Ton, Synchronimpulsen) eines gewählten Kanals. (Das Synchronsignal stellt eine vereinfachte Nachbildung des Normsignals dar.)

3.63 Überprüfen des Zwischenfrequenzverstärkers mit einer wahlweise bild- oder/und tonmodulierten Trägerspannung im Zf-Bereich.

3.64 Überprüfung des Ton-Zf-Verstärkers und FM-Demodulators mit einem Träger von 5,5 MHz, der mit einem Tonsignal frequenzmoduliert werden kann.

3.65 Überprüfen des Video- und Impulsteiles mit einem Videosignal.

3.66 Überprüfen des Farbteiles mit moduliertem Farbträger.

Nachstehend sollen diese Service-Arbeiten näher behandelt werden. Dabei gilt grundsätzlich, daß der Erfolg außer von der richtigen Einstellung sehr von der Güte des Generators abhängt. Aber auch bei guten Ausführungen sind stets die Grenzen der Genauigkeit einzukalkulieren. Man darf an den für den Servicedienst geschaffenen Signal-Generator nicht die Forderungen stellen wie an hochwertige Anlagen für Entwicklungsstellen und Prüffelder.

3.62 Überprüfen der Gesamtfunktion eines Fernsehempfängers

Die hochfrequenzmäßige Prüfung eines Fernsehgerätes gibt am schnellsten einen Überblick über seine Funktionen. Dabei müssen wir wieder beachten, daß der Empfängereingang normalerweise für den Anschluß eines symmetrischen 240-Ω-Kabels eingerichtet ist. Entspricht der Hf-Ausgang des Signal-Generators diesen Bedingungen, so ist die Anpassung gewährleistet. Bei unsymmetrischem Ausgang und anderem Wellenwiderstand (etwa 60 Ω) müssen wir – ähnlich wie beim Wobbler – zwischen Generator und Empfänger ein meist als Zubehör mitgeliefertes Symmetrier- und Anpassungsglied schalten, sonst wäre auch bei fehlerfreiem Empfänger kein einwandfreies Bild zu erzielen.

3.621 Tuner

Zunächst wird man den Fernsehempfänger auf richtige Funktion und Abstimmung im örtlich benutzten Kanal untersuchen. Dabei ist die Hf-Amplitude am Generator so einzustellen, daß der Empfänger nicht übersteuert wird. Erscheint das Testbild im Hinblick auf Geometrie, Schwarz/Weiß-Sprung und Synchronisierfähigkeit (siehe auch Abschnitt 1.3) einwandfrei und ist gleichzeitig oder nach entsprechender Zuschaltung der Ton gut hörbar, so sollte man auch die anderen Kanäle überprüfen, zumindest jene, die unter günstigen Umständen noch zu empfangen sind.

Ist der Bild-/Tonträgerabstand (5,5 MHz) des Generators quarzkontrolliert und läßt sich dessen Tonträger abschalten, so können wir seinen Einfluß auf die Bildqualität des Fernsehempfängers beurteilen. Normalerweise darf sich das Bild beim Zuschalten des Tonträgers zum Zeichen seiner hinreichenden Unterdrückung im Bildkanal nicht merklich ändern. Läßt sich am Signal-Generator auch die Modulation des Tonträgers

aus- und einschalten, so hat man eine Kontrollmöglichkeit für das „Intercarrier-Brummen"[1]). Diese Tonstörung erfolgt bekanntlich durch Eindringen des Videosignals in den 5,5-MHz-Ton-Zf-Verstärker (vgl. 4.661), wobei sich die Bild-Synchronimpulse besonders unangenehm bemerkbar machen. Schaltet man den Tonträger von *Ton-Mod.* auf *Unmod.*, so darf kein auffälliges Brummen in der Tonwiedergabe übrigbleiben.

Bei der Verwendung von Signal-Generatoren mit einstellbarem Weiß- und Schwarzfeld soll noch darauf hingewiesen werden, daß das Muster „Weiß" sehr tiefe Modulationen des Bildträgers ergibt, das Intercarrier-Brummen wird also leicht hörbar. Dagegen ist das Brummen beim Muster „Schwarz" sehr schwach, weil dieses Signal nur aus Synchronimpulsen besteht und deshalb den Träger nur wenig durchmoduliert. Wechselseitiges Umschalten von „Weiß" auf „Schwarz" gibt also ein deutliches Bild über die Störanfälligkeit des Empfängers gegen Intercarrier-Brummen.

Die Möglichkeit, die Weiß- und Schwarzanteile zueinander variieren zu können, gestattet auch, die Schwarzwerthaltung des Empfängers zu überprüfen. Bekanntlich wirkt eine kleine schwarze Fläche in einer hellen Umgebung dunkler, als eine große schwarze Fläche in der gleichen Umgebung. Dieser subjektiv bedingte Eindruck hat zur Folge, daß mit einer meßmäßig exakten Schwarzwerthaltung kein befriedigendes Bild sicherzustellen ist. Besser – und auch schneller – ist da schon die rein visuelle Beurteilung der Dunkelheit von Schwarzflächen und der Variation der Größe der schwarzen und weißen Felder zueinander. Gerade in diesem Fall ermöglichen manche Signal-Generatoren eine recht zuverlässige Aussage über eine Empfängerfunktion, die mit anderen Hilfsmitteln kaum zu erfassen ist, weil das hierbei maßgebende subjektive Empfinden meßmäßig nur schwer nachzubilden ist.

[1]) Im Werkstatt-Sprachgebrauch meist: der Brumm.

Zeigen die einzelnen Bildzeilen bei eingeschaltetem Tonträger die Struktur einer Perlenkette (5,5-MHz-Moiré, zweites Bild auf Seite 243), so erfolgt eine unerwünschte Steuerung der Bildröhre mit dem Differenzträger von 5,5 MHz. Vermutlich sind dann die zwischen Video-Endstufe und Bildröhre befindlichen Siebglieder, die die Störung eleminieren sollen, verstimmt. Durch Abgleich der Sperren kann man im allgemeinen das Moiré unterbinden.

Beim Farbfernsehempfänger darf der zugeschaltete Tonträger auch kein 1,07-MHz-Moiré auf dem Bildschirm erzeugen. Das wäre ein Zeichen für den schlechten Abgleich von „Fallen", da diese normalerweise das Entstehen von Mischprodukten aus Farb- und Tonträger verhindern.

3.622 Antennenprobe

Durch den wahlweisen Anschluß eines Fernsehempfängers an die Fernsehantenne und an den Hf-Ausgang des Signal-Generators läßt sich leicht feststellen, ob ein nachträglich aufgetretener Fehler im Empfänger oder an der Antennenanlage zu suchen ist. Wird mit dem Generator am Empfänger ein ähnlicher Bildeindruck eingepegelt, wie er mit Antennensignal entsteht, so ist die Ausgangsspannung des Generators ein Maß für die verfügbare Antennenspannung. Der gefundene Wert erleichtert die Entscheidung, ob der vermutete Fehler im Empfänger oder in der Antennenanlage zu suchen ist.

3.623 Empfindlichkeit des Empfängers

Will man die Grenzempfindlichkeit eines Fernsehempfängers prüfen oder mit der von einem anderen Empfänger vergleichen, so dosiert man die vom Generator gelieferte Hf-Ausgangsspannung auf einen solchen Wert, daß bereits etwas Rauschen (Grieß) im Bild zu sehen ist.

Empfänger mit schlechterer Empfindlichkeit werden dann – bei gleichem Kontrast – ein stärkeres Rauschen zeigen als Empfänger mit besserer Empfindlichkeit. Bei stetiger Vergrößerung der Eingangsspannung

wird von einem bestimmten Wert an der bessere Empfänger kein Rauschen mehr aufweisen, während bei dem schlechteren Empfänger das Rauschen – wenn auch nunmehr geringer – verbleibt.

3.624 Bildjustierung am Empfänger

Von besonderem Wert ist der Farbsignal-Generator beim Überprüfen des Schirmbildes, namentlich nach Transporten des Fernsehempfängers.

Kann man unter den Bildmustern ein Weißfeld wählen, so wird man hiernach zunächst die Größe, die Stellung und die gleichmäßige Ausleuchtung des Bildes kontrollieren.

Ein Bildmuster mit horizontalen Balken bietet ein Kriterium für die vertikale Linearität und ein Muster mit vertikalen Balken für die horizontale Linearität.

Mit einem Schachbrett-, Kreuzlinien- oder Balkenmuster, bei dem die Anzahl der Karos bzw. Balkenfelder über Höhe und Breite des Bildschirmes einem bestimmten Verhältnis entsprechen muß, überprüft man das Schirmbild hinsichtlich Lage, Höhe, Breite, Linearität usw. Weichen die Bilder von dem jeweiligen Normalbild ab, so sind je nach Art der Abweichung die üblichen mechanischen und elektrischen Justierungen vorzunehmen (siehe Abschnitt 1.3 oder entsprechende Service-Anleitung).

An dem vom Farbsignal-Generator empfangenen Bild ist manchmal ohne weiteres zu erkennen, ob es seitenverkehrt ist oder auf dem Kopf steht. Diesen Fehler kann der falschgepolte Anschluß einer oder beider Ablenkspulen hervorrufen. Bestehen irgendwelche Zweifel, so muß man entweder das Bild vom örtlichen Fernsehsender aufnehmen oder eine andere Kontrollmöglichkeit schaffen.

Läßt sich am Signal-Generator die Anzahl der horizontalen Balken mit einem Einsteller verändern (neue Balken treten von unten in das Bild), so ist danach das Überprüfen der Polung der vertikalen Ablenkspule möglich.

Läßt sich die Anzahl der vertikalen Balken verändern (neue Balken treten von rechts ins Bild), so ist sinngemäß die Prüfung für die horizontale Ablenkung vorzunehmen.

3.625 Kontrolle der Farbreinheit u. Konvergenz

Beim Farbempfänger kommen als wichtige Einstellungen noch die für Farbreinheit und Konvergenz hinzu. Zur Kontrolle dient dann ein rotes Schirmbild, das entweder der Signal-Generator liefert oder durch Sperren der Strahlsysteme für Blau und Grün entsteht. Das Rot des Schirmbildes muß überall den gleichen Farbton aufweisen. Geringe Verfälschungen sind durch die Farbreinheitsmagnete auszugleichen, bei stärkeren Fehlern ist die Lage der Ablenkeinheit – gemäß Service-Anleitung für das betreffende Gerät – nachzustellen.

Ein exakter Farbreinheitsabgleich ist mit einer Lupe (siehe Bild 5.62–1) und auf einem weiß leuchtenden, durch eine zusätzliche Lichtquelle angestrahlten Bildschirm möglich. Unter dem Einfluß des Zusatzlichtes werden nämlich in der Umgebung der vom Elektronenstrahl zum Leuchten angeregten Partien der Farbpunkte auch die nicht leuchtenden Teile sichtbar. Bei einwandfreier Farbreinheit müssen die leuchtenden Punkte der drei Farben rund sein und möglichst so in den zugehörigen Farbpunkten liegen, wie in Bild 5.63–5 gezeigt. Die Kontrollen sollen in der Mitte und am Rand des Bildschirmes erfolgen.

Für die Konvergenzkontrolle brauchen wir ein Punkt- oder Linienraster. Fehler der statischen und dynamischen Konvergenz äußern sich dann durch farbige statt weißer Linien in der Bildmitte bzw. an den Bildrändern. Grobe Fehler der statischen Konvergenz werden mit den hierfür vorgesehenen Magneten an der Ablenkeinheit ausgeglichen. Zu beobachten ist der erzielte Erfolg im Bereich der Schirmbildmitte. Für den Feinabgleich und die dynamische Konvergenzeinstellung sei wieder auf die einschlägigen Service-Unterlagen verwiesen.

Um die einwandfreie Einstellung von Farbreinheit und Konvergenz müssen wir

besonders besorgt sein, da hiervon Wert oder Unwert des Farbfernsehens abhängen. Eine Aufwärmzeit von ca. 15...20 Minuten für den Empfänger und den Generator ist vor der Farbeinstellung unbedingt zu empfehlen, besonders dann, wenn die Farbbildröhre nicht speziell temperaturkompensiert ist (siehe im übrigen Abschnitt 5.632).

3.63 Überprüfen des Zf-Verstärkers

Sofern dem Generator eine Trägerspannung im Zf-Bereich entnommen werden kann, läßt sich der Zf-Verstärker gesondert prüfen.

Steht beispielsweise am Generator eine Zf-Spannung von ca. 0,1 V zur Verfügung – was genügt, um die letzte Zf-Stufe mit dem nachfolgenden Videogleichrichter auszusteuern –, so ist es mit dieser relativ großen Spannung möglich, wie mit einem Signalverfolger zu arbeiten. Indikator für die Funktion des Prüflings ist der ihm eigene Bildschirm, er zeigt an, ob die den einzelnen Stufen des Zf-Verstärkers zugeführte Spannung hinreichend verstärkt wird. Für einwandfreie Zf-Stufen genügt im allgemeinen eine kapazitive Einkopplung des Zf-Signals durch Annähern der signalführenden Meßleitung an „heiße" Punkte des Zf-Teiles. Fehlerhafte Stufen lassen sich so in Kürze einkreisen.

Diese Möglichkeit, den Signal-Generator als Signal-Verfolger benutzen zu können, erleichtert häufig die Fehlersuche. Die verfügbaren hoch-, zwischen- und videofrequenten Signale gestatten es, sehr schnell die einwandfreie Funktion verschiedener Röhrenstufen zu kontrollieren. Nehmen wir zum Beispiel den Fall von „Brummstreifen im Bild" an, so können diese über den Tuner, den Zf-Verstärker oder den Video-Verstärker hereinkommen. Geben wir nun die bekannt einwandfreien Spannungen des Signal-Generators nacheinander auf den Video-Verstärker, die Stufen des Zf-Verstärkers und den Tuner, so ist sofort zu erkennen, von welcher Stufe an der Fehler auftritt und wo die Suche nach der Fehlerursache einzusetzen hat.

Achtung: Der Abgleichzustand von Schwingungskreisen ist stets mit dem Meß- bzw. Wobbelsender mit Markengeber zu überprüfen, niemals mit dem Signal-Generator.

3.64 Überprüfen des Tonkanales

Wenn am Signal-Generator ein Trägersignal mit der Frequenz von 5,5 MHz (Intercarrier-Zf) zur Verfügung steht, das durch eine eigene – oder auch fremde – Tonspannungsquelle frequenzmoduliert werden kann, läßt sich der Tonkanal unmittelbar prüfen. Bei schlechter oder verzerrter Tonwiedergabe ist oft eine geringe Verstimmung des Ratiodetektors die Ursache. Hierbei sollte man den Abgleichzustand – wie unter 4.66 beschrieben – kontrollieren.

3.65 Überprüfen des Video- und Impulsteiles

Zum Überprüfen des Video- und Impulsteiles von Fernsehempfängern kann einer Reihe Signal-Generatoren an besonderen Ausgangsbuchsen das Videosignal direkt entnommen werden, und zwar wahlweise in positiver oder negativer Synchronisationsrichtung **(Bild 3.65–1)**. In Normalfällen, d. h. bei einem einstufigem Videoverstärker, und wenn die Bildröhre katodengesteuert arbeitet, muß am Videoeingang ein Signal mit negativer Impulsrichtung eingespeist werden. Dies geschieht gleichspannungsfrei am Meßpunkt hinter dem Zf-Demodulator. Bei falscher Polarität des Signals läßt sich das Bild nicht einfangen. Bei der praktischen Arbeit genügt in Zweifelsfällen die Umpolung des Videosignales am Generator. Das Bildmuster wird nach Bedarf eingestellt. Die Videospannung (Videopegel) ist veränderbar und beträgt maximal etwa 2 V_{ss}.

Ist das Bild – trotz richtiger mechanischer und elektrischer Justierung (siehe Abschnitt 1.3) – mit Fehlern behaftet, z. B. an den Schwarz/Weiß-Übergängen durch Benachtei-

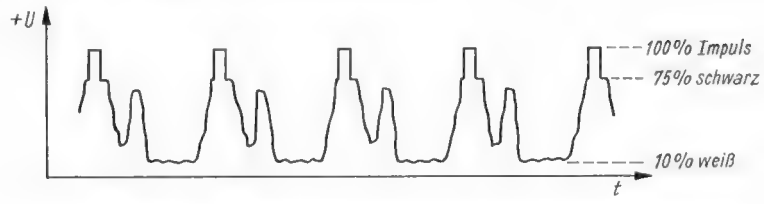


Bild 3.65–1a Fernsehsignal mit positiver Synchronisationsrichtung

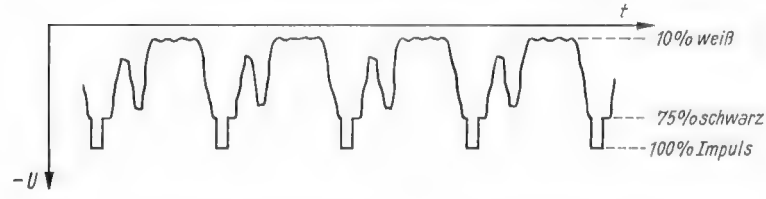


Bild 3.65–1b Fernsehsignal mit negativer Synchronisationsrichtung

ligung der hohen Frequenzen verschliffen, so liegt die Ursache oft am Videoverstärker.

Fehler im Kippteil, wie schlechte oder fehlende Synchronisierung oder falsche Frequenzen der Kippgeneratoren, die das Einfangen des Bildes unmöglich machen, können ebenfalls gut erkannt werden, da das Signal die Synchronimpulse für Bild und Zeile enthält. Man hat darüber hinaus die Möglichkeit, das Arbeiten der Synchronisierung unter verschärften Bedingungen zu beobachten. So kann man durch Verringern der Ausgangsspannung den Kontrast des Bildes und damit die Wirksamkeit der Synchronimpulse so abschwächen, daß nur ein flaues Bild sichtbar wird, dessen Stabilität sehr mäßig ist. Der Ausgangsspannungswert, bei dem das Bild nicht mehr einzufangen ist, gibt dann ein Maß für die Synchroniereigenschaften des Empfängers. Unter verschärften Bedingungen muß der Empfänger auch arbeiten, wenn man den an einigen Signal-Generatoren befindlichen Einsteller für das Signal/Impulsverhältnis aus der Normalstellung (75/100 %) so verdreht, daß der Impulsanteil des Signals wesentlich geringer ist, als die Norm vorschreibt. Auch hier gibt der Prozentsatz des Impulsanteiles, bei dem das Bild unstabil wird, einen guten Anhaltspunkt für die Synchroniereigenschaften. Man sollte zweckmäßig immer den Oszillografen mit zur Hilfe nehmen, um den Impulsanteil messen zu können. In diesem Zusammenhang sei noch gesagt, daß der Oszillograf unerläßlich ist, wenn man nach den Kundendienstunterlagen für den Fernsehempfänger die Impulsformen und Spannungen in den Kippteilen überprüfen will. Hierbei vertritt der Signal-Generator weitgehend das Testbild des Fernsehsenders.

3.66 Überprüfen des Farbteiles

Zum Überprüfen des Farbteiles sind Signale erforderlich, die diesen in Funktion bringen, also den Farbabschalter öffnen und die Farbbildröhre zur Erzeugung eines Farbmusters ansteuern. Ob wir dabei EBU-Testbalken benutzen oder ein Regenbogensignal, ist unwichtig.

Mit den Potentiometern für Helligkeit, Kontrast und Farbsättigung wird ein den Bedingungen des jeweils benutzten Signal-Generators entsprechendes Farbbild eingestellt. Der Farbbalken-Generator ermöglicht dabei bessere Aussagen über die Farbqualität, der Regenbogen-Generator – besonders mit speziellen Zusatzsignalen – eine bessere Fehlererkennung.

Mit dem Pegeleinsteller für die Hf-Ausgangsspannung des Generators ist rasch die Funktionstüchtigkeit der Farbschaltung durch Abschwächen des Generatorsignals kontrolliert.

Ein Blick auf den Bildschirm zeigt uns beim farbigen Bild unter Umständen Fehler im Amplitudenabgleich der PAL-Laufzeitleitung durch den sogenannten *Jalousie-* oder *Palousie-Effekt*. Die Zeilen erscheinen dann paarig. In den Primärfarben sind Helligkeitsunterschiede sichtbar, in den Mischfarben die einzelnen Komponenten, bei Gelb z. B. Rot und Grün.

Mit speziellen Signalen, wie sie häufig von Regenbogen-Generatoren geliefert werden, können wir auch Phasenfehler erkennen und gegebenenfalls an Hand des Schirmbildes – ohne Oszillograf – beheben.

4 Reparaturpraxis

4.1 Vorbemerkungen

Mit dem Wort „Reparatur" oder „Instandsetzung" verknüpft der Laie gewöhnlich die Vorstellung, daß ein Schaden beseitigt wird, etwa in der Art, wie man an ein blechernes Litermaß einen abgerissenen Henkel anlötet. Daß die Instandsetzung komplizierter Geräte – also auch von Rundfunk- oder Fernsehempfängern – in vielen Fällen eine umfangreiche Fehlersuche voraussetzt und diese sich dann in der Höhe des Rechnungsbetrages ausdrückt, sieht nicht jeder ohne weiteres ein.

Statistisch betrachtet nimmt die Fehlersuche im Fernsehservice heute noch etwa 70 bis 80 % der gesamten Reparaturzeit ein. Diesen Anteil zu vermindern, ist das Gebot eines jeden Werkstattinhabers, wenn er wirtschaftlich arbeiten und zugleich durch kürzere Reparaturzeiten und geringere Reparaturpreise einen guten Ruf seines Betriebes erreichen möchte.

4.11 Voraussetzungen für einen wirtschaftlichen Kundendienst

Gute Fachkenntnisse, die durch regelmäßiges Studium der Fachzeitschriften und der technischen Firmen-Veröffentlichungen auf der Höhe gehalten werden, stetiges Auswerten neuester Untersuchungen über moderne Arbeitsmethoden, eine wohldurchdachte Systematik und eine zweckdienliche, auf den Aufgabenbereich abgestimmte Werkstatteinrichtung sind die Grundbedingungen für einen wirtschaftlichen Kundendienst.

Die Fachkenntnisse fundieren auf Wissen und praktischer Erfahrung. Der Servicetechniker muß nicht nur die Grundlagen der Fernsehtechnik beherrschen, sondern sich auch in der Funktion eines Fernsehgerätes, ob für Schwarzweiß- oder Farbwiedergabe, genau auskennen. Er muß Schaltungen lesen können, sich auf einer gedruckten Leiterplatte zurechtfinden, auch schon die Prinzipien der Mikroschaltungen kennen, und in der Meßtechnik bewandert sein.

Es gibt heute viele Möglichkeiten, sich das theoretische Wissen anzueignen. Erwähnt seien Berufsschulunterricht, Schulungskurse der Elektroinnungen, Fachverbände und einzelner Gerätehersteller sowie das Selbststudium durch Bücher, Fachzeitschriften und Firmenunterlagen. Die Fachzeitschriften sollten ständig und gründlich gelesen werden, vermitteln sie doch unter anderem die neuesten Informationen und oft eine Reihe guter „Tips". Gesammelte Bände sind überdies hervorragende Nachschlagewerke, zumal, wenn man die wertvollsten Beiträge durch Einlagestreifen oder Vermerke im Inhaltsverzeichnis kennzeichnet.

Entscheidend für die Tüchtigkeit eines Servicetechnikers ist aber erst die Praxis. Sie bringt und fördert die handliche Geschicklichkeit und die Logik des Vorgehens. Durch sie erwirbt man auch das gewisse Fingerspitzengefühl bei schwierigen Fragen.

Der Routinearbeiter, ohne fundamentales Wissen, lediglich eingespielt auf bestimmte Fehlerquellen, ist und bleibt nur eine Hilfskraft.

Moderne Arbeitsmethoden müssen dazu führen, daß ein reibungsloser Ablauf der Reparatur vom Beginn der Anlieferung des Gerätes bis zur Ablieferung an den Kun-

den gesichert ist. Die einzelnen Arbeitsvorgänge sind folgende:

Annahme des Gerätes, Ausstellung einer Laufkarte,
Vorprüfung: Feststellen der Fehlererscheinungen,
Fehleranalyse, Fehlerortsbestimmung,
Fehlerbeseitigung,
Gehäusepflege,
Kontrollvorführung,
Eingruppieren der ausgefüllten Laufkarte in die Reparaturkartei.

Eine ausgeklügelte Systematik ist bei der Fehlersuche anzuwenden, denn hier bestimmt – wie schon erwähnt – besonders der Zeitfaktor die Wirtschaftlichkeit des Betriebes; denken wir nur an Kulanzleistungen, die auf Kosten des Firmeninhabers gehen, oder an Garantiearbeiten, für die ein Kostenersatz nur knapp bemessen ist. Aber selbst, wenn der Kunde die Rechnung bezahlen muß, sollten wir auf niedrigste Kosten bedacht sein, kann er doch eines Tages Käufer neuer Geräte sein.

Zeit einsparen bei der Fehlersuche heißt aber auch, die Tagesleistung zu vergrößern. Wir können mehr Geräte instandsetzen und – vorausgesetzt, daß keine Komplikationen in der Ersatzteilbeschaffung auftreten – den Wartenden schneller die Geräte zurückgeben. Bekanntlich ist gerade der Fernsehteilnehmer der ungeduldigste Kunde. Wie oft verlangt er bei längerem Ausfall seines Empfängers ein Ersatzgerät!

Bei der Fehlersuche muß der Techniker fähig sein, von der Auswirkung auf die Ursache eines Fehlers zu schließen. Wer nicht über eine hinreichende Praxis verfügt, sollte erst einmal eine Reihe von Fehlern rekonstruieren: zum Beispiel einen bestimmten Widerstand kurzschließen oder unterbrechen und dann aufpassen, was geschieht, oder noch besser, die Bestätigung dafür finden, was auf Grund einer Überlegung passieren muß.

Viele Ausbilder verfahren so mit dem Nachwuchs; sie schaffen eine Fehlerquelle und demonstrieren die Fehlerauswirkung, zunächst einfachere, dann komplizierte Fälle. Später wird die Fehlerquelle nicht mehr gezeigt oder genannt. Dann muß der Lernende umgekehrt, d. h. praxisgerecht, von der Wirkung auf die Ursache schließen können. Für das Selbststudium, sei hier auf das methodisch ausgezeichnete Werk von U. Prestin: Standardschaltungen der Rundfunk- und Fernsehtechnik, Franzis-Verlag, München, hingewiesen.

4.12 Außendienst

An dieser Stelle sollen noch einige Bemerkungen über die Dienstleistungen in der Wohnung des Kunden gemacht werden. Es versteht sich, daß hierzu vorrangig die Unterweisung in das richtige Bedienen des Gerätes gehört (siehe Abschnitt 1.14 und 5.3). Oft sind solche Leistungen zu wiederholen, namentlich bei Farbfernsehempfängern. Ferner ist in dem einen oder anderen Fall das Nachstellen von Justierorganen erforderlich (siehe Abschnitt 1.3 und 5.63). Das sind alles Arbeiten, die keine abgeschlossene technische Vorbildung vom Ausführenden verlangen, sondern nach einiger Anlernzeit von ihm beherrscht werden können.

Handelt es sich um tatsächliche Fehler, so ist die Frage, ob man das Gerät an Ort und Stelle oder in der Werkstatt reparieren soll, sehr von den jeweiligen Umständen abhängig. Im „Nahbereich" (bei kurzen Anfahrtzeiten), und wenn es sich um kompakte Geräte (Standausführungen, Truhen, große Farbfernsehempfänger) handelt, kann der Außendienst ökonomischer als der Innendienst sein, Man erspart dann den Hin- und Rücktransport des Gerätes, entlastet die Werkstatt und trägt wegen der schnellen Erledigung viel zum guten Ruf der ausführenden Firma bei.

Der Servicetechniker, der diesen Außendienst ständig, vorwiegend oder gelegentlich verrichtet, wird neben dem Servicekoffer bzw. der Werkzeugtasche mit entsprechenden Ersatzröhren und Sicherungen für alle Fälle ein etwa drei Meter langes Netzkabel mit Mehrfach-Steckdose in VDE-Aus-

führung und eine Kleinleuchte mit Klemmfuß aus Kunststoff bzw. die in 2.1 erwähnte Leuchtbrille mitnehmen.

An Meßgeräten bedient er sich eines handlichen, universell anwendbaren Farbsignalgenerators und eines hochohmigen Vielfachinstrumentes für Spannungen, Ströme und Widerstandswerte, in seltenen Fällen auch des Oszillografen. Grundsätzlich soll er aber aus dem Fernsehzimmer des Kunden kein Labor machen. Die Reparaturzeit ist – abgesehen von Sonderfällen – auf etwa eine halbe Stunde zu beschränken.

Wenn die Vorprüfung des Gerätes ergibt, daß ein längerer Zeitaufwand für die Fehlerortung und -Beseitigung erforderlich ist (oder spezielle Ersatzteile bestellt werden müssen), dann sollte man das Gerät in die Werkstatt bringen. Manchmal nötigen auch allein die Umstände in der Wohnung des Kunden dazu (Beengtheit, keine Möglichkeit einer konzentrierten Arbeit!).

Ist eine Reparatur in der Werkstatt erforderlich, so wird man bei Standgeräten oder gar bei Kombitruhen erwägen, ob man das Chassis ausbaut und lediglich dieses mitnimmt. Solche Entscheidungen hängen natürlich auch davon ab, wieweit der Gerätehersteller derartigen Umständen Rechnung getragen hat.

Zum Schluß sei noch darauf hingewiesen, daß einige Firmen Servicewagen unterhalten, in denen der Techniker, ohne den Haushalt des Kunden zu belasten, ungestört und mit dem üblichen Meßgeräte-Aufwand die Reparaturen durchführen kann. Das ist bei umfangreichem Servicebetrieb oft die Ideallösung. Der Servicewagen bietet auch bei der Neuaufstellung von Fernsehgeräten viele Erleichterungen.

4.2 Vorprüfung zur Ermittlung der Fehlererscheinungen

Wenn wir oder ein Kunde bei einem Fernsehgerät von Mängeln sprechen, so geschieht dies auf Grund irgendwelcher Wahrnehmungen. Äußere Mängel am Gehäuse und an Bedienungsorganen identifiziert man sofort mit der Schadenstelle. Bei Mängeln in der Bild-, Farb- und Tonwiedergabe sind die Fehlerquellen meist nicht sofort feststellbar; wir müssen ihnen nachspüren. Das wiederum setzt eine genaue Beschreibung der Mängel voraus. Kundenangaben sind dabei sehr wichtig; in der Regel sind es aber nur Teilbeschreibungen. Sie sagen auch nichts darüber aus, ob die Ursachen am Gerät, an der Antennenanlage, an der Übertragung oder an örtlichen hochfrequenten Störquellen zu suchen sind, es sei denn, daß aus früheren Beanstandungen gewisse Rückschlüsse gezogen werden können.

Um wirklich informiert zu sein, welcher Art die Mängel sind, müssen wir den Empfänger einer *betriebsmäßigen Vorprüfung* unterziehen.

4.21 Vorprüfung ohne Antennensignal

Das Gerät wird anfangs, damit man sich nicht auf zu viele Symptome konzentrieren muß, ohne Zuführung eines Antennensignals betrieben. Zuerst sollte aber die Geräte-Rückwand entfernt werden. So ist es möglich, *direkt* nach dem Einschalten des Gerätes neben dem Bildschirm auch bestimmte Röhren und Widerstände zu beobachten. Der Anschluß des Gerätes hat – wie bereits in den Abschnitten 2.26 und 3.42 bemerkt – aus Sicherheitsgründen stets über einen *Trenntransformator* zu erfolgen. Steht kein geeigneter Trenntransformator zur Verfügung – z. B. bei Geräteüberprüfungen in der Wohnung eines Kunden –, so ist es notwendig, festzustellen, ob der geerdete

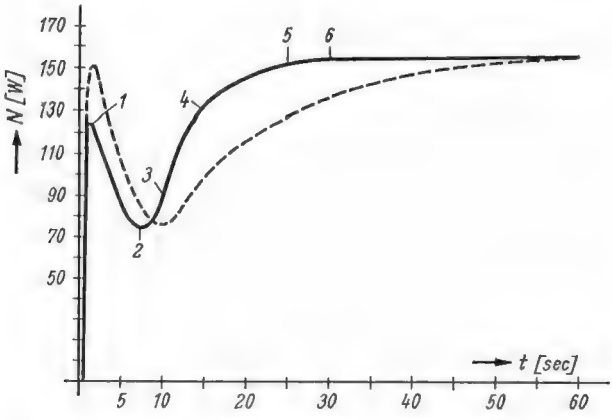


Bild 4.2–1 Leistungsaufnahme eines Fernsehempfängers während des Anheizvorganges. Ausgezogene Kurve = nach kurzer Betriebsruhe, gestrichelte Kurve = nach längerer Betriebsruhe

Pol des Netzes am Chassis liegt. Dies geschieht mit einem *Spannungsprüfer*, z. B. in der bekannten praktischen Ausführung mit einer Glimmlampe im Heft eines Schraubendrehers. Es kann ohne Gefahr am Chassis gearbeitet werden, wenn beim Zusammenführen des Spannungsprüfers mit dem Chassis die Glimmlampe nicht aufleuchtet.

Sehr zweckmäßig erweist sich bei der Vorprüfung das Vorschalten eines Wattmeters mit einem Meßbereich von ca. 500 Watt. Ersatzweise ist auch ein Strommesser zu verwenden. Der Meßbereich dieses Strommessers sollte aber nicht kleiner als 2 A sein. So erhalten wir die ersten und auch wichtigsten Informationen über den Zustand des Gerätes.

4.211 Beobachtung der Stromaufnahme

Unter der Voraussetzung, daß der Empfänger funktionsfähig ist, können wir durch Kontrolle der Stromaufnahme den Anheizvorgang beobachten. **Bild 4.2–1** zeigt in Abhängigkeit von der Zeit die Stromaufnahme eines röhrenbestückten Schwarzweißempfängers. Nach dem Einschalt-Stromstoß (1), der durch die Aufladung der Sieb-Elektrolytkondensatoren hervorgerufen wird, zeigt das Instrument zunächst nur die Heizleistung zuzüglich eine geringe Gleichstrombelastung durch vorhandene Spannungsteiler und durch den Reststrom der Elektrolytkondensatoren an (2). Die Heizleistung liegt anfänglich über ihrem Sollwert, da der Widerstand der Heizfäden im Kaltzustand kleiner ist als im betriebswarmen Zustand. Mit der Erwärmung der (indirekt geheizten) Katoden beginnt der Anodenstrom zu fließen (3). Die Leistungsaufnahme steigt weiter an. Im Bereich von (4) ist das Gerät bis auf die Horizontalendstufe betriebsklar. Gegebenenfalls setzt nun, wenn keine Schaltmaßnahmen es verhindern, der Ton ein. Bei (5) ist der Endzustand der Leistungsaufnahme erreicht. Dennoch bleibt bis (6) der Bildschirm dunkel. Die Hochspannungsgleichrichterdiode wird erst nach der Betriebsbereitschaft der Horizontalendstufe geheizt. Dieser Anheizvorgang dauert je nach Typ der Diode bis zu 15 Sekunden.

4.212 Beobachtung der Röhren

Die Heizfäden leuchten mit einer bestimmten Helligkeit auf. Unregelmäßigkeiten im Heizkreis, bedingt durch Röhrenfehler, Schlüsse im Heizkreis usw., kann der geübte Servicetechniker schnell erkennen und auch lokalisieren (siehe hierzu auch Abschnitt 4.51, Ziffer c).

Entsprechend der Anodenbelastung werden die Glaskolben der Empfängerröhren nach einiger Betriebszeit eine gewisse Temperatur erreichen. Der Sachkundige wird hier einen Ausfall der Anoden-Spannungsversorgung durch Anfassen der Röhren schneller erkennen als nach irgendeiner

Meßmethode. *Vorsicht sei aber bei der Horizontalendstufe geboten.* Die Anode der Zeilen-Endröhre, die Katode der Boosterdiode sowie die Elektroden der Hochspannungsgleichrichterröhre führen Spannungen von einigen Kilovolt.

Bleibt der Bildschirm dunkel – sieht man also kein Raster –, so ist die Beobachtung der Zeilen-Endröhre für die Fehlerortung besonders vorteilhaft. Die Arbeitsweise der Horizontalendstufe bedingt bei bestimmten Ausfällen des Steueroszillators, Zeilentransformators, Boosterkondensators usw. eine Überlastung der Zeilen-Endröhre. Diese macht sich durch ein Aufglühen von deren Anode oder Schirmgitter bemerkbar.

Glüht die *Anode*, so ist mit Sicherheit die Steuerspannung fehlerhaft. Der Steueroszillator oder die Treiberstufe ist ausgefallen.

Glüht das Schirmgitter, so ist mit Sicherheit die Steuerspannung einwandfrei. Der Zeilentransformator oder ein Bauteil unmittelbar am Zeilentransformator, wie zum Beispiel der Boosterkondensator oder der Rücklauf-Verlängerungskondensator, ist infolge Kurzschluß ausgefallen. Wir sollten aber beachten, daß ein Aufglühen des Schirmgitters auch ein Aufglühen der Anode nach sich zieht, weil sich die Strahlungswärme des Schirmgitters nach kurzer Zeit an der Anode auswirkt.

Die beschriebene Fehlerlokalisierung läßt sich also nur erfolgreich durchführen, wenn sofort nach dem Einschalten des Gerätes die Zeilen-Endröhre beobachtet werden kann. Schraubt man die Geräterückwand erst nach dem Einschalten ab, so glühen bereits Schirmgitter und Anode.

4.213 Wahrnehmungen an Halbleitern

Mit fortschreitender Transistorisierung, die auch die Ablenkendstufen und die Videoendstufe erfaßt, muß der Servicetechniker neue Methoden bei der Fehlerortung anwenden. Analag zur optischen Wahrnehmung des Betriebszustandes bei Röhren wäre es naheliegend, den Betriebszustand bei Transistoren durch Abfühlen ihrer Gehäusetemperatur zu ermitteln. Das gelingt aber nur in seltenen Fällen. Da außerdem die Transistorgehäuse oder deren Kühlkörper beträchtliche Spannungen gegenüber benachbarten Bauteilen führen können, sollte von dieser Art subjektiver Wahrnehmung Abstand genommen werden. Sowohl Transistorstufen als auch die stärker in den Vordergrund gedrängten integrierten Schaltkreise können allein durch Messungen mit dafür geeigneten Geräten auf ihren Zustand untersucht werden.

4.214 Akustische und optische Kontrolle

Während der Anheizperiode beobachten wir natürlich nicht nur den Ausschlag des Wattmeters, sondern hören sogleich auf den Lautsprecher (L-Einsteller zur Hälfte aufgedreht).

Bei Geräten ohne Tastregelung ist nach Beendigung des Anheizvorganges der Verstärkerröhren ein Rauschen zu hören, das im weiteren Zeitverlauf an Stärke etwas zunimmt und durch einen Brummton überlagert sein kann. Mit dem Aufleuchten des Bildschirmes sind diese Hörerscheinungen abgeklungen.

Bei Geräten mit getasteter Regelung tritt ein anderer störender Effekt auf. Aus dem Abschnitt 4.211 wissen wir, daß die Horizontalendstufe erst am Schluß der Anheizperiode betriebsklar ist. Hieraus folgt, daß die schon zuvor betriebsbereiten Tuner und der Zf-Verstärker ohne Regelspannung arbeiten und somit übersteuert werden. Bis zum Aufleuchten des Bildschirmes macht sich dadurch ein starkes knatterndes Geräusch bemerkbar.

Durch unterschiedliche Maßnahmen wird bei verschiedenen Fabrikaten die Nf-Vorröhre so lange gesperrt, bis für die Verstärker normale Betriebsbedingungen erreicht sind. Ein Beispiel dafür zeigt die Schaltung in **Bild 4.2–2.**

Zum Schluß richten wir unser Augenmerk auf den Bildschirm. Er muß nach ca. 90 Sekunden aufleuchten (Kontrast- und Helligkeitseinsteller sind zuvor in Mittelstellung gebracht worden). Form und Größe des Ra-

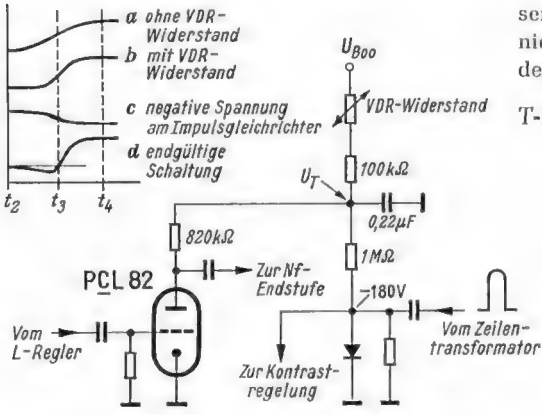


Bild 4.2–2 Ein spannungsabhängiger Widerstand (VDR) einerseits und eine vom Zeilentransformator abgeleitete negative Spannung andererseits verhindern ein schnelles Ansteigen der Anodenspannung und somit ein frühzeitiges Arbeiten der Röhre

sters, Helligkeit, Größe des Bildrausch-Anteiles bei vollaufgedrehtem Kontrasteinsteller lassen Rückschlüsse auf mögliche Fehler in der Bildröhre, in den Ablenkteilen, in der Hochspannungsstufe sowie im Verstärker zu.

4.22 Vorprüfung mit Antennensignal

Wenn das Gerät soweit in Ordnung ist, werden die VHF- und UHF-Antennenstecker in die entsprechenden Buchsen eingeführt und die Tuner auf die örtlichen Fernsehsender eingestellt. Mit der Zuführung des Signals erhalten wir viele neue Aufschlüsse. Allerdings sollte bekannt sein, welche ungefähren Antennenspannungen zur Verfügung stehen und wie die Bildqualität in bezug auf Rauschen und Reflexionen bei einem Normalempfänger ist. Läßt die örtliche Lage den Empfang verschiedener Sender von unterschiedlicher Feldstärke zu, so wird man auch ein Maß für die Empfindlichkeit und die Regeleigenschaften der Geräte haben. Andernfalls kann man Dämpfungsglieder benutzen, die die Antennenspannung des Ortssenders auf den gewünschten Wert reduzieren. Derartige Dämpfungsglieder lassen sich selbst anfertigen. Ihre Dimensionierung geht aus **Bild 4.2–3** und **4.2–4** und den nachstehenden Tabellen hervor.

T-Dämpfungsglied, Z = 240 Ω

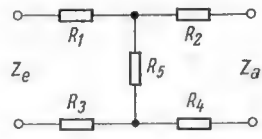


Bild 4.2–3

$$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = \frac{Z}{2} \cdot \frac{d-1}{d+1}$$

$$R_5 = Z \cdot \frac{2\,d}{d^2-1}$$

$$\text{Spannungsschwächung } d = \frac{U_e}{U_a}$$

Schwächung $U_e : U_a$	Größe der Widerstände in Ω R_1	R_2	R_3	R_4	R_5
2 : 1	40	40	40	40	320
5 : 1	80	80	80	80	100
10 : 1	100	100	100	100	48

π-Dämpfungsglied, Z = 240 Ω

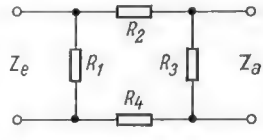


Bild 4.2–4

$$R_1 = R_3 = Z \cdot \frac{d+1}{d-1}$$

$$R_2 = R_4 = \frac{Z}{2} \cdot \frac{d^2-1}{2\,d}$$

$$\text{Spannungsschwächung } d = \frac{U_e}{U_a}$$

Schwächung $U_e : U_a$	Größe der Widerstände in Ω R_1	R_2	R_3	R_4
2 : 1	720	90	720	90
5 : 1	360	290	360	290
10 : 1	290	600	290	600

Bei Verwendung eines Fernsehsignal-Generators ist die Größe der Hf-Spannung im allgemeinen kein Problem. Die besonderen Vorzüge dieses Generators für verschiedene Service-Arbeiten wurden schon im Abschnitt 3.6 behandelt.

4.23 Sonderprüfungen

Es ist gar nicht selten, daß sich die vom Kunden wahrgenommene Fehlererscheinung bei einem Besuch des Technikers oder bei der Behandlung des Gerätes in der Werkstatt erst nach längerer Betriebszeit oder unter besonderen Umständen zeigt. Hier ist das beanstandete Gerät also zunächst in Dauerbetrieb zu nehmen oder der besondere Umstand, der zu einem Versagen führt, in irgendeiner Weise nachzubilden.

So wird man beispielsweise bei Netz-Über- oder -Unterspannungen diese Verhältnisse über einen Regeltransformator mit Spannungskontrolle herbeiführen. Natürlich ist dann Vorsicht geboten; beim Überschreiten der Toleranz (220 V + 10 % – 15 %) darf die Prüfung nur kurzzeitig erfolgen.

Ferner können sich beim Kunden örtlich bedingte Fehlererscheinungen am Gerät zeigen, wenn es keine genügende Wärmeabfuhr hat, also bei kleinem Tubus (110°-Bildröhre) die Zimmerwand berührt, auf einer weichen Unterlage wie Plüsch, Samt oder Filz steht oder wo eine herunterhängende Decke die Entlüftungslöcher der Geräterückwand bedeckt.

Daß ein Einzelteil einen thermischen Effekt auslösen kann, wenn es seinen Wert mit zunehmender Erwärmung verändert, sei an folgendem Beispiel aus der Praxis angeführt:

Längere Zeit bemängelte ein Kunde eine eigentümliche Erscheinung an seinem Fernsehempfänger. In unregelmäßigen Abständen sollte das Bild langsam größer und dunkler werden, dann ganz verschwinden und nach einigen Minuten wieder da sein. Nach dieser Beschreibung konnte es sich nur um einen Fehler in der Horizontalendstufe handeln. Das routinemäßige Auswechseln der hier in Frage kommenden Röhren PL 81, PY 83 und DY 80 brachte nicht den erhofften Erfolg. Der Empfänger wurde deshalb in der Werkstatt einer Dauerprüfung unterzogen. Trotz dieser Maßnahme stellte sich die geschilderte Erscheinung aber immer noch nicht ein. Da nun der Verdacht auf einen Fehler bestand, der sich in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur bemerkbar macht, wurde die Horizontalendstufe während des Betriebes zusätzlich mit einem Fön erwärmt. Daraufhin trat das Symptom nach 15 Minuten – wie vom Kunden beschrieben – auf. Gleichzeitig war beim Betrachten der Röhren in der Horizontalablenkstufe zu erkennen, daß die Heizung der Hochspannungsgleichrichterröhre aussetzte. Die Erklärung war gefunden: Das Aussetzen der Heizung verursachte ein langsames Absinken der Hochspannung. Eine absinkende Hochspannung bedeutet bei gleicher Ablenkleistung der Horizontalendstufe ein Ansteigen der Ablenkempfindlichkeit. Mit ansteigender Ablenkempfindlichkeit wurde das Bild größer und dunkler. Eine Prüfung des Heizkreises mit dem Ohmmeter ergab, daß der Vorwiderstand für die Heizung der DY 80 eine thermisch abhängige Unterbrechung aufwies.

Neuerdings wird zum Auffinden versteckter (thermischer) Fehler neben einer Wärmebehandlung, die sich ungewollt fast immer auch auf mehrere Bauelemente erstreckt – ein *Kälteschock* angewendet, wie er sich bequem durch Spraydosen (siehe Abschnitt 2.36) herbeiführen läßt. Diese Methode hat gegenüber der ersteren den Vorzug einer punktuellen Einwirkung, bei der ausschließlich das verdächtige Bauelement beeinflußt wird und nicht auch dessen benachbarte Teile.

4.3 Analyse der Fehlererscheinungen

4.31 Der methodische Weg

Wenn wir durch die Vorprüfung nach Abschnitt 4.2 ein umfassendes Fehlerbild als Summe aller erkennbaren Fehlererscheinungen erhalten konnten, besteht unsere nächste Aufgabe darin, dieses Fehlerbild zu analysieren. Wir handeln dann nach dem Gesetz, daß jede Wirkung eine Ursache hat, denken aber auch daran, daß mehrere Fehlererscheinungen auf einer einzigen Ursache beruhen können und eine einzelne Fehlererscheinung wiederum mehrere Ursachen haben kann. Der Zusammenhang wird klar, wenn man den Aufbau und alle Funktionen des Fernsehempfängers kennt. **Bild 4.3–1** zeigt ein entsprechendes Blockschema zunächst für einen Schwarzweißempfänger. Bestimmte Fehlererscheinungen können nur von Fehlerquellen in bestimmen Stufen (z. B. dem Kippteil) oder von einem über das ganze Gerät ausgebreiteten Schaltungskomplex (z. B. der Stromversorgung) herrühren. Manche Fehler findet man verhältnismäßig schnell, z. B. eine defekte Röhre. Erfahrene Techniker haben in dieser Hinsicht ein großes Fingerspitzengefühl.

4.32 Das Prinzip der Einkreisung

Für den Normalfall sei nun ein Beispiel angeführt. Auf dem Bildschirm eines Empfängers ist bei VHF und UHF ein Raster, aber kein Bild zu sehen; ebenso fehlt der Ton, obwohl alle Bedienungsorgane richtig eingestellt worden sind und die Sender (reguläre Fernsehsender oder Fernsehsignal-Generator) arbeiten. In welcher Stufe liegt der Fehler?

Indem wir uns den Verlauf des Signals im Fernsehgerät und die Aufgaben sowie das Zusammenwirken der einzelnen Baugruppen vor Augen halten, entsteht folgende Überlegung: Wenn das Raster vorhanden ist, müssen die Bildröhre sowie die Kippgeneratoren und Endstufen für Vertikal- und Horizontalablenkung in Ordnung sein. Ferner darf man annehmen, daß die allgemeine Stromversorgung (Heizkreis und Anodenspannungen) intakt ist. Ob der Tonteil richtig arbeitet, ist zunächst ohne Belang. Zur Untersuchung verbleiben also die Videostufe, der Zf-Verstärker und der Tuner. Nun zeigt vielleicht eine genauere Beobachtung, daß dem Bildraster ein schwaches Bildrauschen unterlegt ist, auch läßt sich im Lautsprecher ein schwaches Rauschen vernehmen. Diese Symptome – vom weniger Erfahrenen oft übersehen und überhört – lassen den Schluß zu, daß der Zf-Verstärker und die Videostufe wahrscheinlich in Ordnung sind. Auch ist mit ziemlicher Sicherheit anzunehmen, daß der Tonteil arbeitet. Diese Überlegung kann beim Berühren des Steuergitters der 1. Zf-Röhre mit einem Schraubendreher durch ein Knacken im Lautsprecher bestätigt werden.

Es ist also nur noch der Tuner zu untersuchen. Bei den Geräten früherer Baujahre erstreckt sich die Untersuchung auf den VHF- und den UHF-Tuner. Da aber nicht anzunehmen ist, daß *beide* Tuner defekt sind, verbleibt endgültig als fehlerhafte Stufe der *VHF-Tuner*. Warum? Ein Fehler in dieser Stufe müßte doch einen Empfang im UHF-Bereich zulassen. Dieser Einwand erscheint zunächst berechtigt, weil im Grunde der VHF-Tuner nichts mit dem UHF-Empfang zu tun hat. Beide Tuner verstärken das ihnen zugeführte Antennensignal getrennt und setzen es auch getrennt auf die Zwischenfrequenz des Empfängers um. Erst der Zf-Verstärker dient beiden Signalen gemeinsam. In unserem Fall wird aber das UHF/Zf-Signal dem Steuergitter der VHF-Mischröhre – also dem VHF-Tuner – zugeführt (siehe Abschnitt 4.645).

Für den technischen Nachwuchs, dem das Prinzip einer solchen methodischen Fehlersuche nicht genug klargemacht werden kann, sei noch ein Vergleich aus der Geographie gebracht. Hiernach wird das Fernsehgerät –

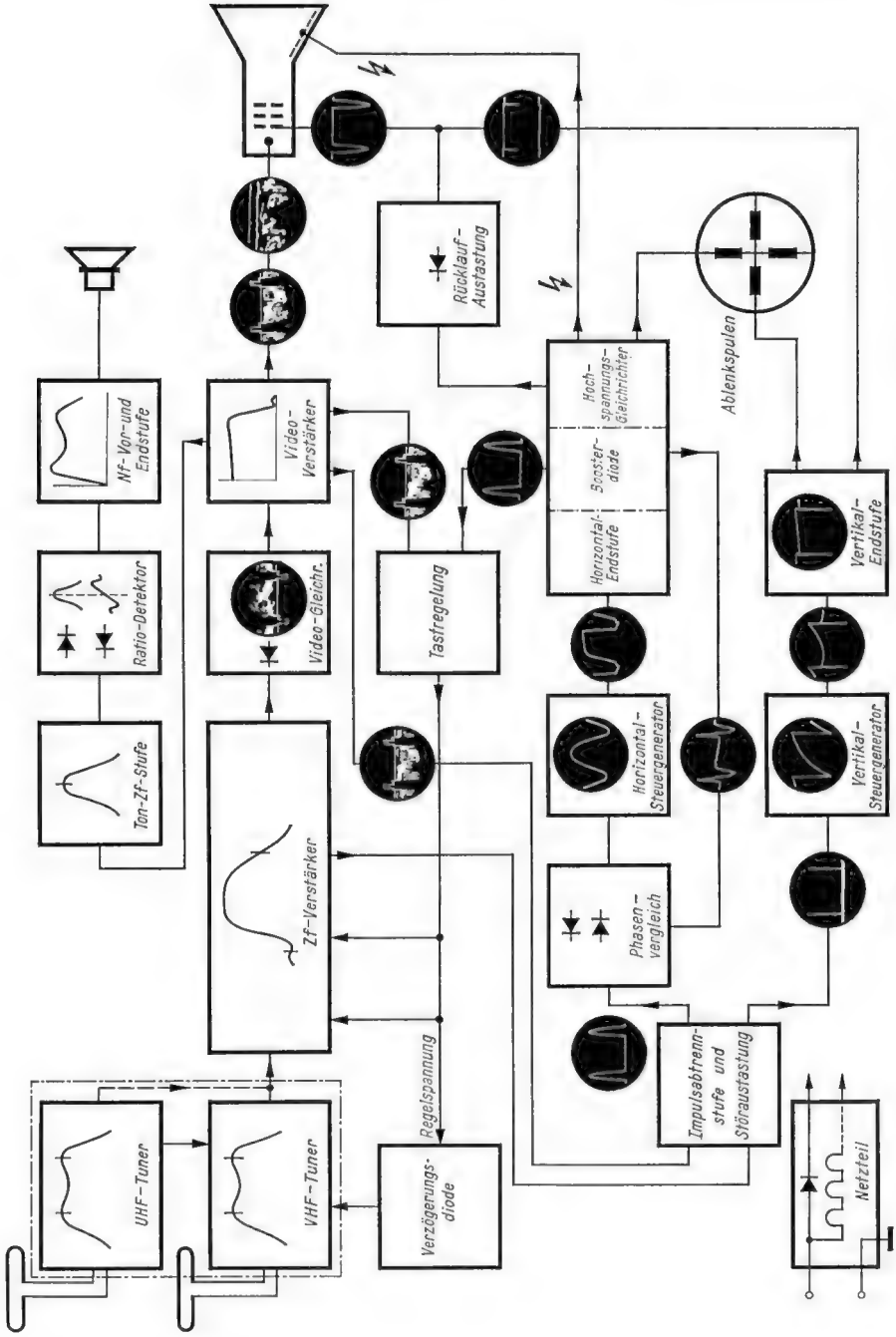


Bild 4.3–1 Schematischer Aufbau eines Schwarzweiß-Fernsehempfängers

Tabelle 4.3–I. Grundschema für die Fehlersuche an Schwarzweißempfängern

Raster	Bild	Ton	Fehlerort	Abschnitt
○	○	○	Netzteil (Anodenstromversorgung, Heizkreis), Horizontalablenkung	4.41
○	○	●	Horizontalablenkung, Arbeitsbedingungen der Bildröhre	4.42
●	○	○	VHF- bzw. UHF-Tuner, Zf-Verstärker, Videoverstärker	4.43
●	●	○	Ton-Zf-Verstärker + Ratiodetektor, Nf-Vor- und Endstufe	4.44
●	○	●	Videoverstärker, Bildröhre	4.45
●	▨	●	VHF- bzw. UHF-Tuner, Zf-Verstärker, Videoverstärker, Bildröhre, Impulstrennstufe u. Steuergeneratoren	4.46
●	●	▨	Zf-Verstärker, Ton-Zf-Verstärker + Ratiodetektor, Nf-Vor- und Endstufe	4.47
▨	●	●	Horizontalablenkung	4.48

○ fehlt ▨ fehlerhaft ● in Ordnung

ganz lapidar – mit einem Staatsgebiet verglichen. Die Stufen des Fernsehgerätes entsprechen den einzelnen Ländern oder Provinzen. Weitere, immer kleinere Komplexe (Baugruppen, Bauelemente usw.) sind dann vergleichbar mit den Landkreisen, Ortschaften und schließlich mit einem einzelnen Gebäude. Verbindende Schaltungskomplexe, z. B. die Stromversorgung oder Regelleitungen, könnte man mit den Verkehrsverbindungen vergleichen.

4.33 Ein Grundschema

Viele Praktiker sind bei der Fehlersuche so instinktsicher, daß sie keines besonderen Planes dafür bedürfen. Sie wenden bald diese, bald jene „Methode" an und kommen in den weitaus meisten Fällen zum Ziel.

Der Nachwuchstechniker kann vorerst nicht so verfahren; er braucht eine feste Anleitung, um in angemessener Frist den oder die eigentlichen Fehler zu finden. Diese An-

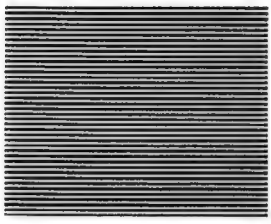


Bild 4.3–2
Raster in Ordnung

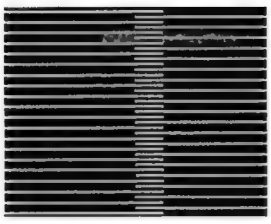


Bild 4.3–3 Raster
horizontal zerrissen

Bild 4.3–4
Raster oben gedrängt

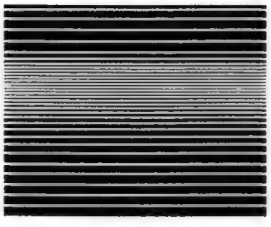


Bild 4.3–5 Raster in
der Mitte gedrängt

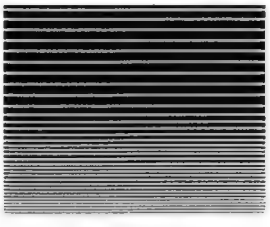


Bild 4.3–6
Raster unten gedrängt

Bild 4.3–7
Horizontaler Strich

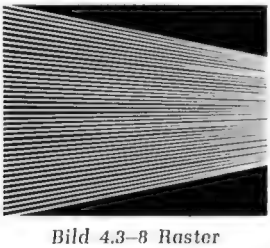


Bild 4.3–8 Raster
horizontal trapezförmig

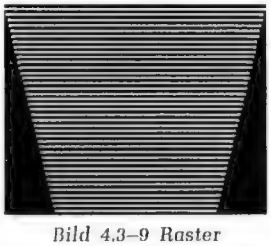


Bild 4.3–9 Raster
vertikal trapezförmig

leitung muß notwendigerweise zu einem Schema führen.

Für die 1. Phase des Fehlersuchens, also die Grobbestimmung des Fehlerherdes, kann das Schema in **Tabelle 4.3–I** wegweisend sein. Es ist bewußt einfach gehalten. Auf seiner linken Seite kennzeichnen jeweils drei Kreise typische Fehlererscheinungen, gegliedert danach, ob Raster, Bild und Ton in Ordnung, fehlerhaft oder nicht vorhanden sind. In der Mitte des Schemas wird der Fehlerort genannt und rechts jener Abschnitt des folgenden Kapitels angeführt, wo weitere Aussagen darüber gemacht werden.

Unter Raster verstehen wir bekanntlich die Zeilenstruktur, so wie sie beim Einstellen auf geringen Kontrast und mittlerer Helligkeit auf dem Bildschirm zu erkennen ist.

Dieses Raster ist in Ordnung, wenn es den ganzen Bildschirm geometrisch gleichmäßig bedeckt **(Bild 4.3–2)**.

Als mangelhaft seien alle Raster bezeichnet, die von der Normalform insoweit abweichen, als sie horizontal „zerrissen" **(Bild 4.3–3)**, geometrisch falsch, d. h. oben, in der Mitte oder unten in vertikaler Richtung gedrängt oder gedehnt sind **(Bild 4.3–4, –5, –6)**, lediglich als Horizontalstrich erscheinen **(Bild 4.3–7)** oder horizontal bzw. vertikal trapezförmig verlaufen **(Bild 4.3–8** und **9)**. Abweichungen der Zeilen von der Horizontallage müssen wir hier ausschließen, da

solche Beurteilungen nur mit einem Bild exakt sind (siehe unter 4.46 *Bild fehlerhaft*).

Als nicht vorhanden erklären wir das Raster, wenn der Bildschirm trotz Einstellung einer größeren Helligkeit dunkel bleibt.

Unter der Aussage *Bild in Ordnung* wollen wir grundsätzlich ein Bild verstehen, das nach korrekter Einstellung der Bedienungsorgane den Bildinhalt scharf und in richtig abgestuften Grauwerten wiedergibt. Geometrisch falsche Bilder beruhen – wie zuvor bereits erwähnt – auf Rasterfehlern.

Zur Vereinfachung unserer Fehlersuche empfiehlt es sich, das Bild aber auch dann für in Ordnung zu erklären, wenn wir nur einen horizontalen Streifen davon sehen. Es handelt sich dann um einen Rasterfehler (horizontale Ablenkung in Ordnung, vertikale Ablenkung fehlerhaft), aus dem wir noch nicht folgern können, daß das Bild nicht vorhanden oder fehlerhaft ist. Wir müßten zur genauen Diagnose erst den Fehler in der Vertikalablenkung beseitigen.

Als fehlerhaft erklären wir ein Bild, das von dem erstbeschriebenen Normalzustand abweicht, also z. B. keine Auflösung hat, zur Fahnenbildung oder Plastik neigt, nicht synchronisiert ist, falsch „im Fenster sitzt" oder in der Bildhöhe oder Zeilenbreite vom Normalmaß abweicht. Gleichfalls als fehlerhaft müßte man Bilder erklären, die „verrauscht sind", sofern nicht Weitempfang betrieben wird (dann Normalzustand!). Ferner werden im Grundschema unter dieser Rubrik jene Fehler angeführt, die durch Fremdbeeinflussungen entstehen.

Als nicht vorhanden gilt das Bild, wenn keine Bildmodulation erkennbar ist.

Beim Ton ist die Definition der drei Zustände (in Ordnung, fehlerhaft oder nicht vorhanden) so einfach, daß keine Beispiele angeführt zu werden brauchen.

Mit dieser Anleitung zum Grundschema sind wir nun in der Lage, alle Hauptzustände von Fehlererscheinungen zu registrieren. Rechnungsmäßig käme man bei drei Indikatoren (Raster, Bild, Ton) und drei Zuständen (in Ordnung, fehlerhaft, nicht vorhanden) auf $3^3 = 27$ Fehlermöglichkeiten. Praktisch sind jedoch nur acht Fälle möglich, ein Fall wie z. B. „Kein Raster, Bild in Ordnung . . ." ist natürlich ausgeschlossen.

Mit unserem Grundschema als Wegweiser – einige haben ihn im Gedächtnis, andere „in der Hand" – kommt man schon ein großes Stück weiter.

Die zweite Phase des Einkreisens, das Vordringen vom Fehlerkomplex bis an den eigentlichen Fehlerort, soll im anschließenden Abschnitt (4.4) behandelt werden.

4.4 Systematische Fehlerortung nach Tabelle

Auch dieses Kapitel ist mehr für den Nachwuchstechniker als für den erfahrenen Praktiker gedacht. Es zeigt in Tabellenform den Weg von der Grob- zur Feinbestimmung des Fehlerortes. Läßt sich die Grobbestimmung noch rein überlegungsmäßig durchführen, so müssen jetzt Eingriffe in das Gerät vorgenommen und in den meisten Fällen Meß- und Prüfgeräte benutzt werden.

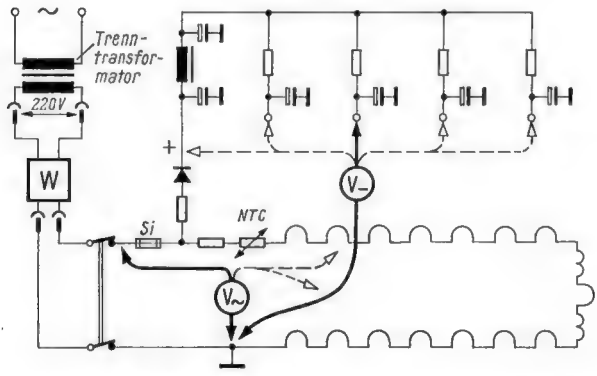
Die Tabelle ist im Telegrammstil gehalten, um eine schnelle Übersicht zu ermöglichen. Ihre einzelnen Abschnitte 4.41 . . . 4.48 sind kopfseitig mit denselben Symbolen versehen wie die Querspalten der Fehlerzustände von Raster, Bild und Ton im Grundschema. So wird also unter 4.41 zunächst der Fall: *Raster, Bild und Ton fehlen* behandelt. Links ist jeweils der nähere Befund angeführt, in der Mitte die mögliche Ursache und rechts die Fehlersuche bzw. Abhilfe. Die Tabelle ist ziemlich umfassend, aber man wird natürlich nicht jeden denkbaren Fall behandelt finden. Im übrigen berücksichtigt sie vorwiegend ältere Geräte, also solche, die

noch nicht überwiegend mit Halbleitern bestückt sind, wie etwa die Typen ab Baujahr 1969/70. Da neue Geräte aber gerade wegen der Halbleiterbestückung weniger reparaturbedürftig werden, ist das wohl ohne Belang. Erfahrungen über „echte" Fehlermöglichkeiten an weiter entwickelten Schaltungen gewinnt man ohnehin erst zwei bis drei Jahre nach Erscheinen des Gerätes.

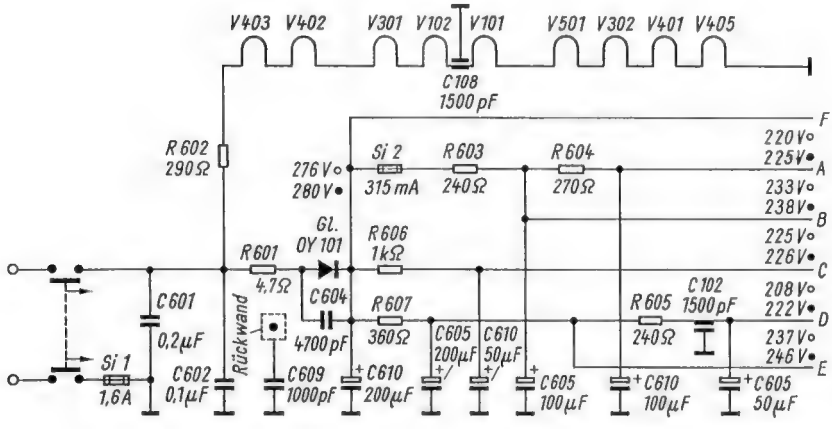
Die Spalte mit der Bezeichnung „Fehlersuche bzw. Abhilfe" enthält nur Hinweise. Wer wissen möchte, wie man die eine oder andere Operation durchführt, orientiert sich entweder im Kapitel 3 Über den Gebrauch von Meß- oder Prüfgeräten oder im Abschnitt 4.5 Tips für die Fehlersuche bzw. im Kapitel 4.6 Aufbau und Abgleich der Hf- und Zf-Stufen.

Tabellenteil 4.41 ... 4.48 siehe Seite 200 ... 243

Näherer Befund	*Mögliche Ursachen*	*Fehlersuche bzw. Abhilfe*
Heizfäden glühen nicht, Wattmeter zeigt keine oder nur geringe Stromaufnahme	Netzspannung fehlt	Steckdose, Stecker und Netzkabel prüfen
	Netzseitige Gerätesicherung defekt	Sicherung prüfen. Bei Ersatz Kurzschlußmöglichkeit im Gerät beachten (siehe überhöhte Stromaufnahme)
	Netzschalter defekt	Netzspannung hinter Schalter kontrollieren
	Hf-Verdrosselung unterbrochen	Netzspannung hinter der Hf-Verdrosselung kontrollieren
	Heizkreis unterbrochen: Fadenbruch einer Röhre	Heizkreis mit ~-Voltmeter gegen einen Netzpol abtasten oder bei Abtrennung des Empfängers vom Netz Heizfäden mit Ohmmeter auf Durchgang prüfen (siehe Abschnitt 4.5)
	Stecker der Spannungsversorgung des UHF-Tuners abgefallen — oder UHF-Tuner fehlt	Steckerverbindung bzw. Heizkreisbrücken überprüfen
Heizfäden glühen, Wattmeter zeigt mittlere Stromaufnahme	Netzspannung zu niedrig	Nachmessen, Netzspannung muß etwa zwischen 200 und 230 V liegen, bei größeren Abweichungen Regel(trenn)-transformator verwenden
	Sicherung der Gleichspannungsversorgung oder Siebdrossel bzw. Siebwiderstand defekt	Spannung hinter Sicherung und Siebdrossel (Siebwiderstand) messen. Sollwert hinter Siebglied je nach Bj. des Empfängers 240 . . . 280 V. Bei Ersatz der Sicherung Kurzschlußmöglichkeit in den Gleichstromkreisen beachten
	Nur bei Gleichstromnetzen: Netzstecker falsch gepolt!	Netzstecker umdrehen



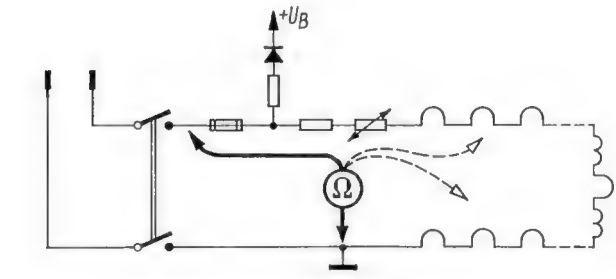
Messungen im Heizkreis und in der Gleichspannungsversorgung. Mit zunehmendem Ersatz der Röhren durch Transistoren werden die Heizketten immer kürzer



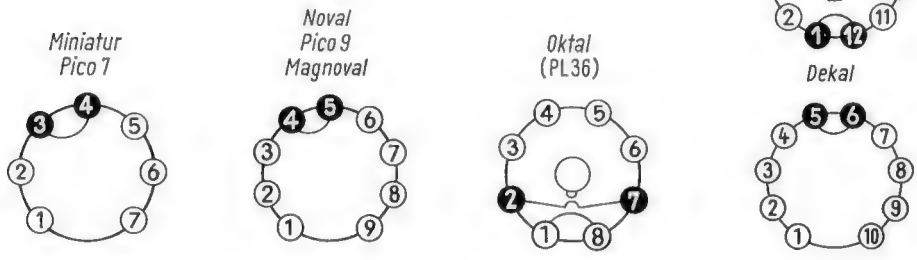
Netzteil des Siemens-Fernsehgerätes Bildmeister FT 93, Bj. 1967. R 604, 606 und 607 sind Widerstandssicherungen, C 102 und 108 Durchführungs-Rohrkondensatoren. Gleichspannungsangaben: ○ ohne Signal, aufgedrehter Kontrast; ● mit Signal, aufgedrehter Kontrast. Meßinstrument: 33 kΩ/V im 300-V-Bereich, an Transistoren im 30-V-Bereich

4.4 Systematische Fehlerortung nach Tabelle

Näherer Befund	*Mögliche Ursachen*	*Fehlersuche bzw. Abhilfe*
Heizfäden glühen, Wattmeter zeigt überhöhte Stromaufnahme, netzseitige Gerätesicherung(en) schlagen durch	Masseschluß der Siebdrossel (bei alten Empfängern)	Verdrahtung vor und hinter der Siebdrossel auftrennen und mit Ohmmeter prüfen
	Netzgleichrichter oder Sieb-Elkos haben Kurzschluß	Gleichrichter und Elkos einzeln abtrennen, gleichartige Ersatzteile probeweise, ggf. endgültig verwenden
Einige Heizfäden glühen zu stark, andere überhaupt nicht. Wattmeter zeigt überhöhte Stromaufnahme	Kurzschluß im Heizkreis	Heizkreis vom Netz abtrennen, Fehler mit Ohmmeter lokalisieren; oder Betriebsspannung des Gerätes mit Regeltrenntransformator herabsetzen und den Heizkreis mit Voltmeter stufenweise überprüfen
Sonderfall: Heizfäden glühen, Wattmeter zeigt überhöhte Stromaufnahme, Netzsicherungen schlagen nach längerer Betriebszeit durch (betrifft nur Empfänger ohne separate Absicherung der Zeilen-Endstufe)	Nf-Vorröhre bezieht ihre Anodenspannung über Spannungsteiler von der Boosterspannung. Defekt in der Zeilen-Endstufe, dadurch u. a. keine Boosterspannung.	Der Fehler ist nach 4.42 ○○● zu suchen

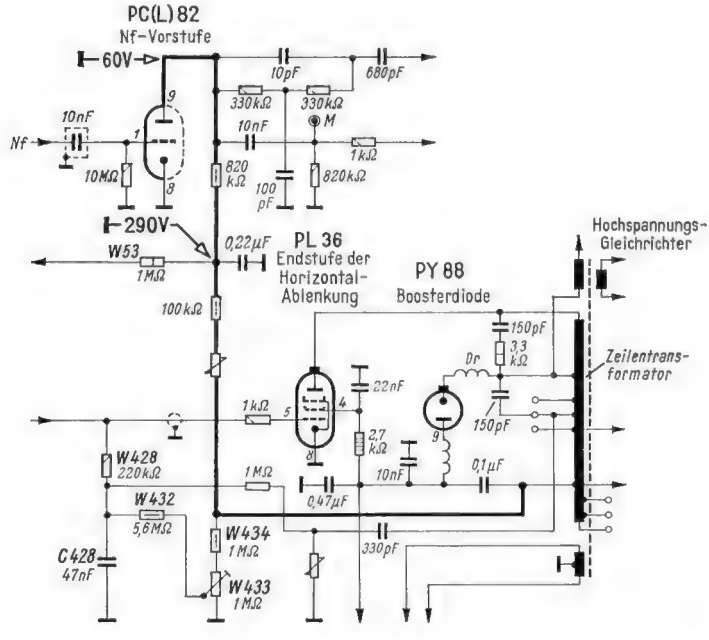


Kontrolle des Heizkreises mit Ohmmeter



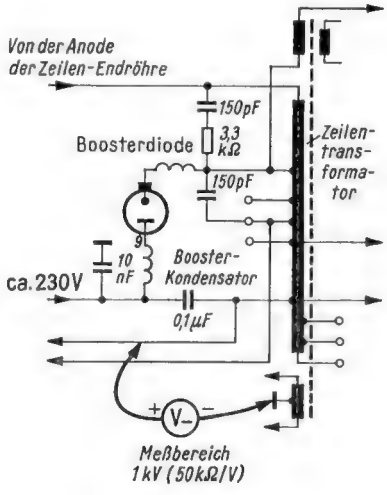
Heizfadenanschlüsse an den gebräuchlichsten Röhrensockeln (Ansicht von unten)

Die Nf-Vorröhre bezieht ihre Anodenspannung über einen Spannungsteiler von der Boosterspannung

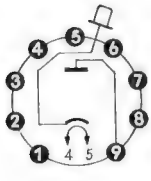


Näherer Befund	Mögliche Ursachen	Fehlersuche bzw. Abhilfe
Keine Hochspannung, Boosterspannung gleich Betriebsspannung (230 V) Anode der PL 36/504 glüht, Stromaufnahme überhöht *Vorsicht!* *Überlastungsgefahr!*	Steuerspannung der Zeilen-Endröhre nicht in Ordnung	Oszillogramme nach Impulsplan aufnehmen. Betriebsspannungen des Steuergenerators messen. Röhre ggf. auswechseln
Keine Hochspannung, Boosterspannung gleich Betriebsspannung (230 V) Schirmgitter der PL 81/36 glüht. Stromaufnahme überhöht *Vorsicht!* *Überlastungsgefahr!*	Zeilentransformator defekt	Wicklungen auf Durchgang und Schluß prüfen
	Elektrodenschluß der Hochspannungsgleichrichter- oder Booster-Diode	Röhren ggf. auswechseln
	Boosterkondensator defekt	Mit Ohmmeter überprüfen
Keine Hochspannung, Boosterspannung normal, Wattmeter zeigt normale Stromaufnahme	Hochspannungsanschluß an der Bildröhre lose oder abgefallen	Unterbrechung beseitigen
	Unterbrechung im Hochspannungswickel am Zeilentransformator	Hochspannungswickel auf Durchgang prüfen
	Heizfadenbruch der Hochspannungs-Gleichrichterröhre (optisch erkennbar)	Röhre auswechseln
	Heizvorwiderstand oder Anschlüsse der Heizschleife am Zeilentransformator unterbrochen	– auf Durchgang prüfen
	Selen-Hochspannungsgleichrichter schadhaft	– auf Durchlaß- und Sperrwiderstand prüfen

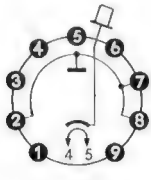
Anodenblech glüht (Pfeilspitze)



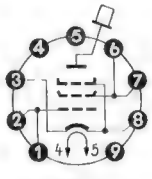
Messung der Boosterspannung bei 0 µA Strahlstrom (Helligkeits- und Kontraststeller zurückgedreht)



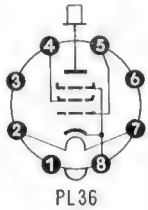
PY83, 88



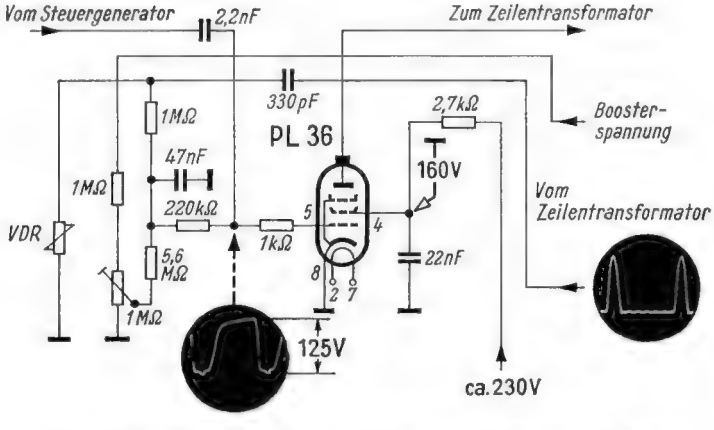
PY500



PL500, 504, 505, 509



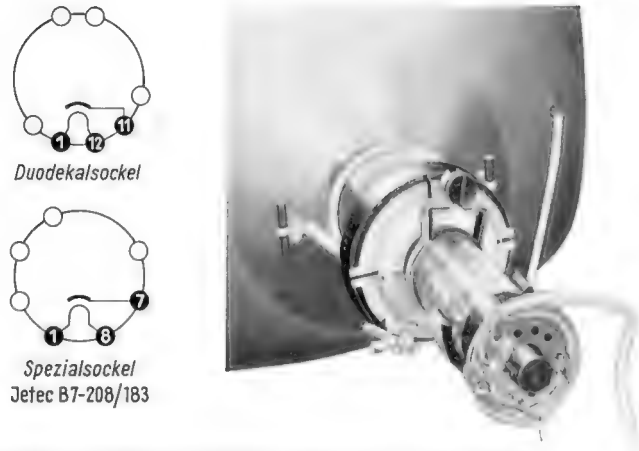
PL36



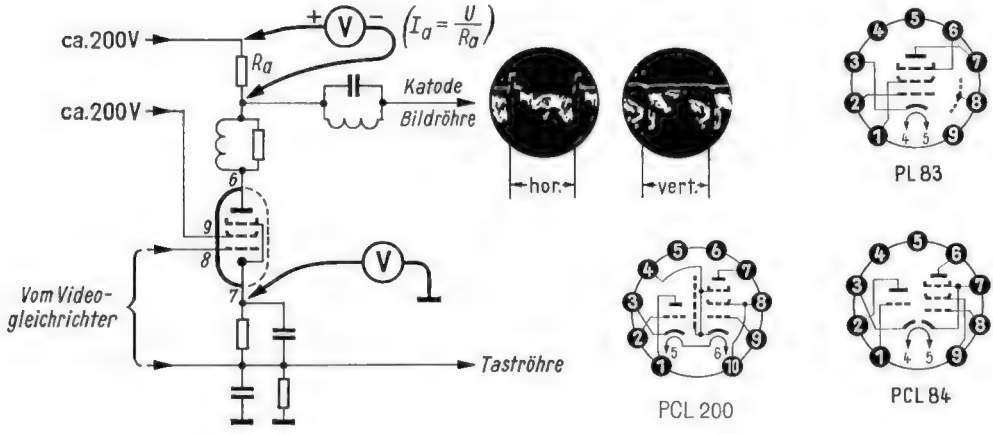
Oszillogramme an der Zeilen-Endstufe bei richtigem Arbeiten des Steuergenerators

4.4 Systematische Fehlerortung nach Tabelle

Näherer Befund	*Mögliche Ursachen*	*Fehlersuche bzw. Abhilfe*
Hochspanung und Boosterspannung normal, Wattmeter zeigt normale Stromaufnahme	Ionenfallenmagnet verstellt (nur bei ganz alten Empfängern)	Einstellen nach 1.321
	Heizfadenschluß der Bildröhre	Heizfaden mit Ohmmeter auf Durchgang prüfen
	Widerstandszweig des Helligkeitsstellers defekt	Spannung am Abgriff des Helligkeitsstellers messen oder Widerstandszweig mit Ohmmeter prüfen
	Betriebsspannungen der Bildröhre falsch	Meßwerte mit Schaltbildangaben vergleichen, insbesondere Katodenspannung kontrollieren. Ist sie zu hoch, Video-Endröhre und ihre Arbeitsbedingungen prüfen (4.53/54)
In Bildschirmmitte senkrechte grell leuchtende Linie	Zeilenablenkspule unterbrochen	Mit Ohmmeter auf Durchgang prüfen
Keine Hochspanung und keine Boosterspannung, Stromaufnahme um etwa 15 ... 20 % zu niedrig	Anodenkappen der Zeilen-Endröhre oder Boosterdiode gelöst. Sicherung für Zeilenablenkung defekt. Schirmgitterwiderstand der Zeilen-Endröhre unterbrochen	Unterbrechungen beseitigen. Sicherung prüfen. Schirmgitterspannung an der PL ... messen

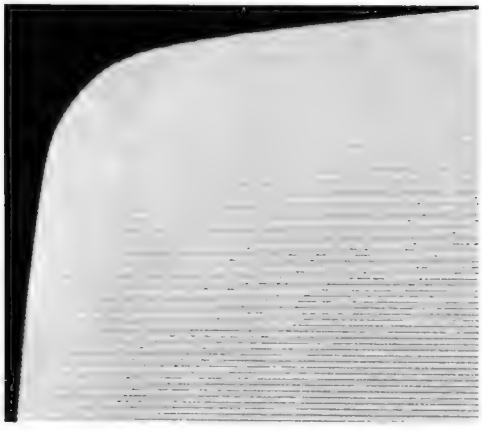


Die Betriebsspannungen einer älteren Bildröhre prüft man direkt an der Bildröhrenfassung

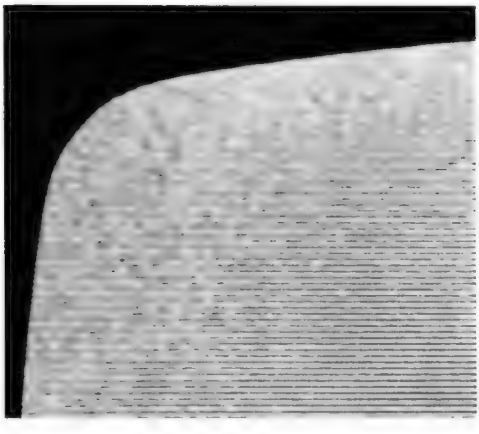


Die Arbeitsbedingungen einer Video-Endstufe ermittelt man durch Messung von U_g bzw. durch indirekte Messung von I_a sowie durch Aufnahme der Oszillogramme (Werte bei jeweils auf- und zugedrehtem Kontrastregler mit Fabrikangaben vergleichen)

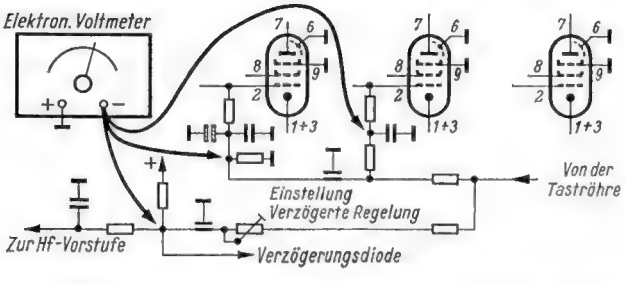
Näherer Befund	Mögliche Ursachen	Fehlersuche bzw. Abhilfe
Bei VHF und UHF im Raster kein Rauschen (Grieß) erkennbar und im Ton nicht hörbar	Fehler im Videogleichrichter, Gleichrichterdiode evtl. unterbrochen	Oszillogramm am Steuergitter der Videoröhre kontrollieren. Gleichrichterdiode und Gitter-Entzerrerdrosseln mit Ohmmeter prüfen
	Regelspannungserzeugung defekt. U_g zu hoch. Röhren verriegelt	Verlauf der Regelspannung mit elektronischem Voltmeter verfolgen
	Fehler in den letzten Zf-Verstärkerstufen	Röhren prüfen, entsprechende Betriebsspannungen und Ströme messen
wie oben, außerdem keine maximale Helligkeit einstellbar	Nur bei Empfängern mit einer Ton-Zf-Stufe: Fehler in der Video-Endstufe	Betriebsspannungen der Röhre messen. Röhre ggf. auswechseln
Nur bei VHF Starkes Rauschen (Grieß) im Raster erkennbar und im Ton hörbar	Abstimmung falsch oder Kontaktstörung am VHF-Tuner	Tunereinstellung kontrollieren; Oszillator gem. 4.634 prüfen
Bei VHF-Tuner mit elektronischer Feinabstimmung	Regelspannung bzw. -strom der Nachstimmdiode bzw. des -variometers stark fehlerhaft	Regelspannung bzw. -strom messen und mit Schaltbildangaben vergleichen
Nur bei UHF Starkes Rauschen (Grieß) im Raster erkennbar und im Ton hörbar	Abstimmung falsch (Getriebe der Abstimmung defekt)	Tunereinstellung kontrollieren; Oszillator gem. 4.646 prüfen
Am Bereichsanfang (Kanal 21/22/23) oder Bereichsende (Kanal 58/59/60) bei Tuner mit elektronischer Feinabstimmung	Steuerspannung bzw. Strom der Nachstimmeinrichtung fehlerhaft	Arbeitsweise des Steuerteils laut Service-Anleitung überprüfen

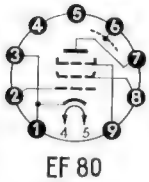


Raster, unverrauscht



Raster, verrauscht

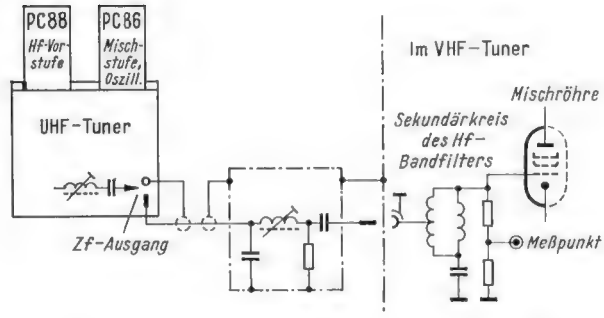




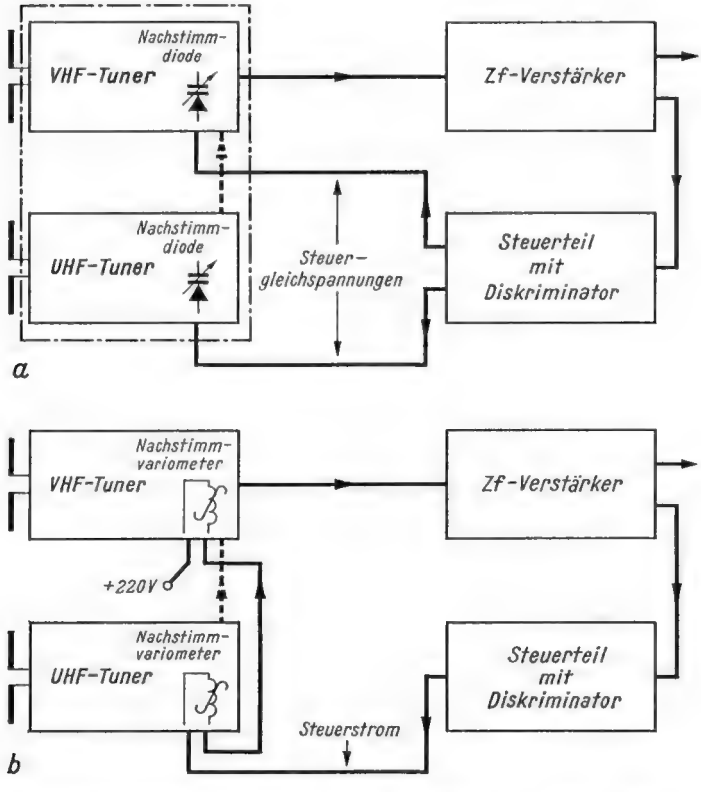
Kontrolle des Regelspannungsverlaufes

4.4 Systematische Fehlerortung nach Tabelle

Näherer Befund	*Mögliche Ursachen*	*Fehlersuche bzw. Abhilfe*
Bei VHF und UHF schwaches Rauschen (Grieß) erkennbar und im Ton hörbar	Unterbrechung oder Kurzschluß in der VHF-Mischstufe	Röhre prüfen, ggf. auswechseln. Betriebsspannungen messen. Ein- und Ausgang der Mischstufe mit Ohmmeter überprüfen
Nur bei VHF	Fehler im VHF-Tuner (Hf-Misch- oder Oszillatorstufe arbeitet nicht)	Röhren prüfen, entsprechende Betriebsspannungen und Ströme messen (siehe 4.634)
Nur bei UHF	Verbindung des UHF/Zf-Ausgangs mit dem Zf-Verstärker defekt	Mit Ohmmeter überprüfen
	Fehler im UHF-Tuner (Hf-Misch- oder Oszillatorstufe arbeitet nicht)	Röhren prüfen, ggf. auswechseln. Betriebsspannungen und Ströme messen (siehe 4.64)
	Kurzschluß im Heizkreis (eine Röhre wird nur geheizt)	Mit Ohmmeter überprüfen
	Kurzschluß im Drehkondensator	
	Kondensator an der Anode der Misch/Oszillator-Röhre abgebrochen oder defekt	
	Katodenkoppelblech hat Masseschluß oder Verbindung zur Katodenschleife	
Bei UHF-Tunern mit separater Mischstufe	Mischdiode defekt	Mit Ohmmeter überprüfen, ggf. auswechseln (siehe Abschnitt 4.55)
Bei UHF-Tunern mit Nachstimmautomatik	Nachstimmdiode bzw. Nachstimmvariometer defekt	



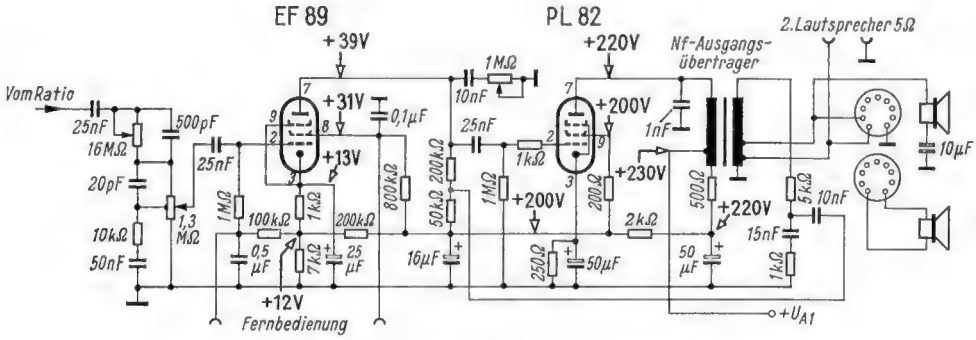
Bekannte UHF/Zf-Einkoppelung in den VHF-Tuner



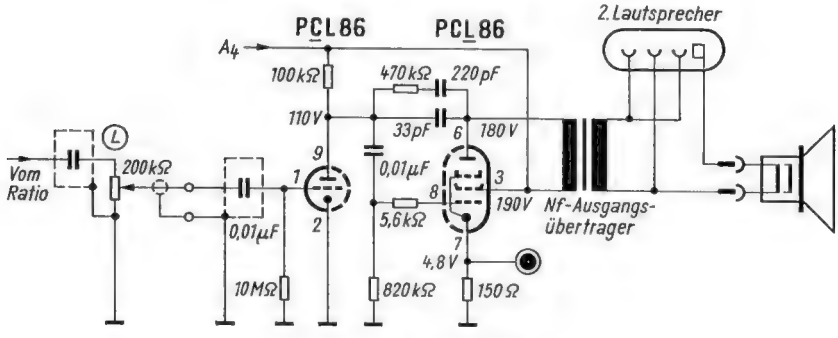
Blockschaltbilder von automatischen Nachstimmeinrichtungen
a) mit spannungsabhängigen Dioden
b) mit stromabhängigen Magnetvariometern (bei älteren Grundig-Geräten)

4.4 Systematische Fehlerortung nach Tabelle

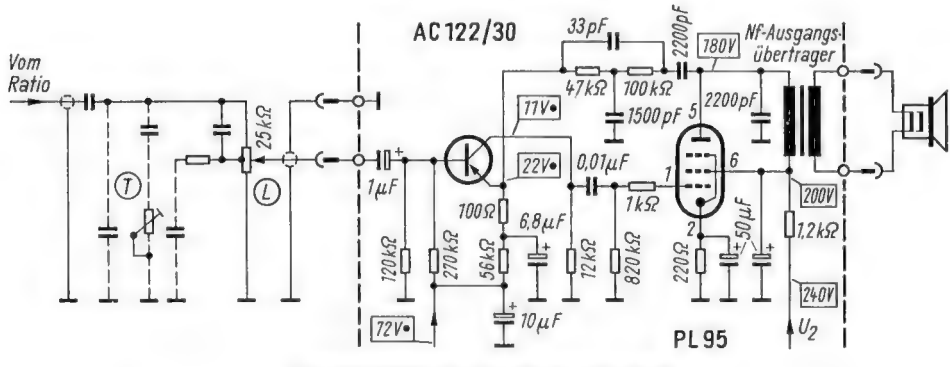
Näherer Befund	*Mögliche Ursachen*	*Fehlersuche bzw. Abhilfe*
Völlig stumm	Lautsprecherstecker nicht eingesteckt oder Zuleitung zur Schwingspule defekt	Steckeranschluß und Zuleitung überprüfen
	Betriebsspannungen der Nf-Endstufe fehlen	Betriebsspanungen messen; Sicherung ggf. auswechseln
	Nf-Endröhre bzw. Nf-Transistoren defekt	Diese Bauelemente prüfen, ggf. auswechseln
Nur Netzbrumm hörbar	Betriebsspannungen der Nf-Vorstufe fehlen oder Röhre bzw. Transistor defekt (VDR-Widerstand)	Betriebsspannungen messen, Röhre bzw. Transistor ggf. auswechseln
	Unterbrechung im Zweig des Lautstärkestellers	Diesen Zweig mit Ohmmeter prüfen
	Ton-Zf-Stufe oder Ratiodetektor (FM-Diskriminator) defekt	Röhren, bzw. Transistoren (oder IS) und Filter prüfen, Betriebsspannungen messen. Mit Wobbler und Meßsender 5,5 MHz gem. 4.66 Ton-Zf-Verstärker und Ratiodetektor (FM-Diskriminator) stufenweise durchprüfen



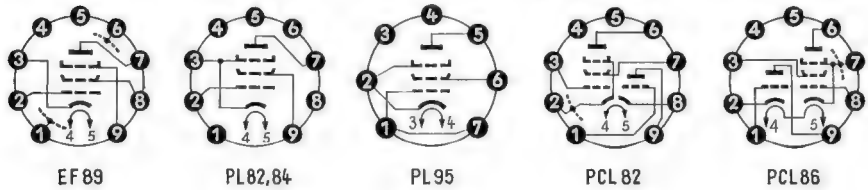
Nf-Verstärker mit EF 89 und PL 82



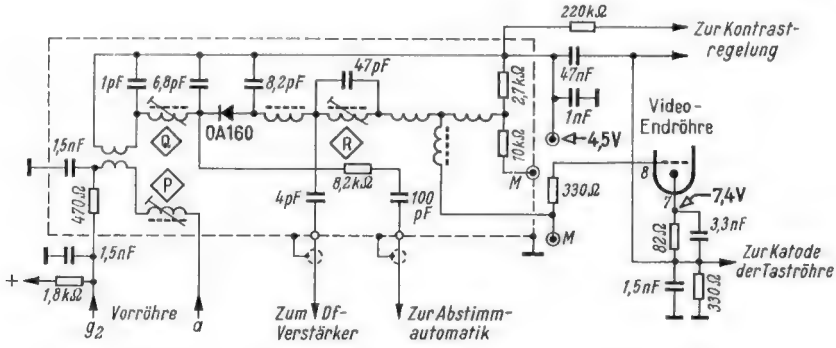
Nf-Verstärker mit PCL 86



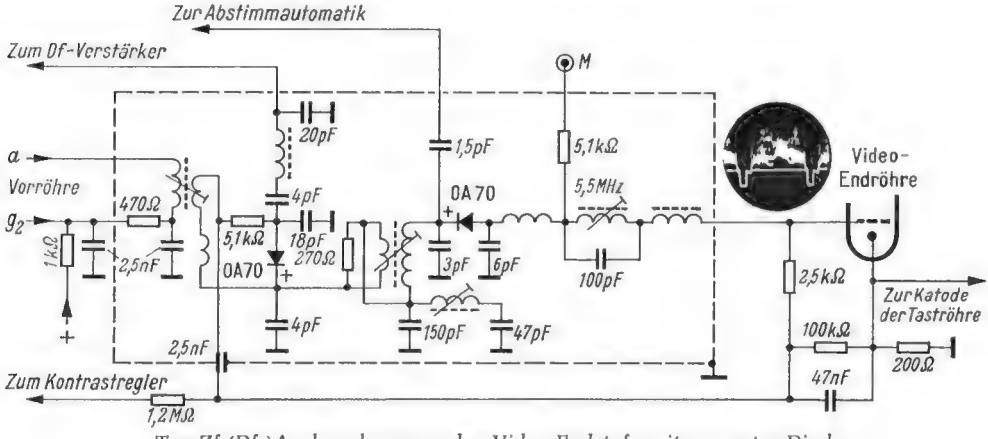
Nf-Verstärker mit AC 122/30 und PL 95



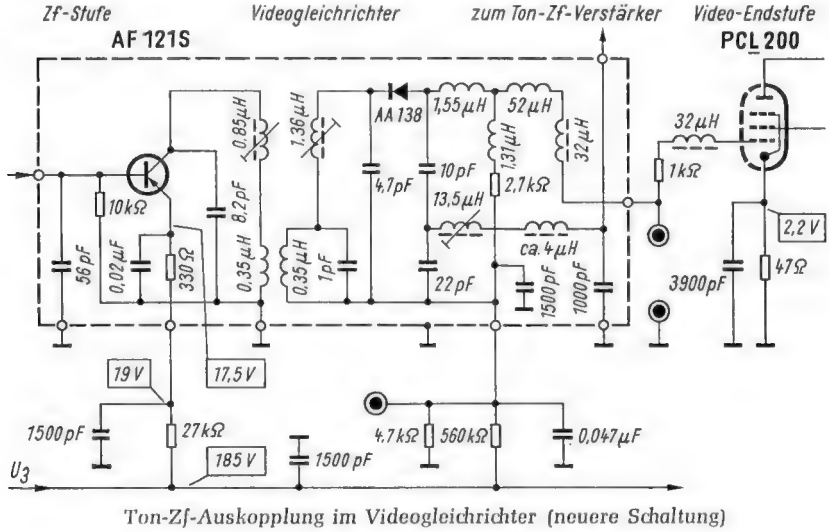
Näherer Befund	Mögliche Ursachen	Fehlersuche bzw. Abhilfe
Helligkeitssteller arbeitet nicht richtig	Steuerleitung zur Bildröhre unterbrochen	Mit Ohmmeter prüfen
	Elektrodenschluß der Bildröhre (Katode/Heizfaden)	Fassung der Bildröhre vom Sockel abziehen. Schluß mit Ohmmeter feststellen
Kein Rauschen im Raster zu erkennen und keine max. Helligkeit einstellbar		
Sonderfall I Bei Empfängern, in denen die Ton-Zf-Auskopplung vor der Video-Endstufe am Videogleichrichter erfolgt:	Fehler im Videoverstärker	Betriebsspannung des Videoverstärkers messen, Röhre(n) bzw. Transistor(en) ggf. auswechseln
Sonderfall II Bei Empfängern mit separater Tondiode im Diodenübertrager:	Fehler im Video-Demodulator. Gleichrichterdiode evtl. unterbrochen	Oszillogramm am Steuergitter der Videoröhre aufnehmen. Gleichrichterdiode und Gitter-Entzerrerdrosseln mit Ohmmeter kontrollieren
	Fehler im Videoverstärker	Betriebsspannungen des Videoverstärkers messen, Röhre(n) bzw. Transistor(en) ggf. auswechseln



Ton-Zf-(Df-)Auskopplung vor der Video-Endstufe am Videogleichrichter



Ton-Zf-(Df-)Auskopplung vor der Video-Endstufe mit separater Diode



Ton-Zf-Auskopplung im Videogleichrichter (neuere Schaltung)

Näherer Befund	Mögliche Ursachen	Fehlersuche bzw. Abhilfe
Bei VHF und UHF Bild schwach	Abgleichfehler im Zf-Teil oder Zusammenschaltung der VHF/Zf und UHF/Zf fehlerhaft	Zf-Abgleichzustand über den entspr. VHF/Zf- und UHF/Zf-Meßpunkt kontrollieren
	Fehler im Videoverstärker	Betriebsspannungen und -ströme messen, Röhre bzw. Transistor ggf. auswechseln
	Regelspanungsversorgung im Empfänger nicht in Ordnung	Regelspannungsverlauf mit elektronischem Voltmeter verfolgen (3.3)
	Kontrastregelung defekt	Spannungen am Kontrasteinsteller messen
	Elektrodenschluß der Bildröhre (g_1/g_2)	Gerät ausschalten Fassung der Bildröhre abziehen. Elektrodenschluß mit Ohmmeter im betriebswarmen Zustand der Röhre ermitteln
Bei VHF oder UHF	Abgleichfehler im entsprechenden Hf-Teil	Entsprechende „Überalles-Kurve" gem. 4.654 aufnehmen, evtl. korrigieren
	Entsprechende Anschaltung der VHF/Zf oder UHF/Zf defekt	Mit Ohmmeter überprüfen
VHF-Bild bei kleinem wie bei großem Eingangssignal verrauscht	Regelung der VHF-Vorstufe nicht in Ordnung	Verzögerungsdiode und Reglereinstellung überprüfen, positive Vorspannung messen
Bei VHF oder UHF Bild bei normalem Eingangssignal verrauscht	Fehler in der entspr. Hf-Vorstufe. Röhre defekt oder deren Betriebswerte nicht in Ordnung	Röhre versuchsweise auswechseln. Betriebswerte ggf. kontrollieren. Dies auch bei Transistoren
Bei VHF oder UHF zieht „im Hintergrund" des sonst einwandfreien Bildes ein weißer Streifen nach rechts – bleibt stehen – kehrt um usf.	Störung durch einen anderen Fernsehsender	Antenne auf minimale Störung ausrichten. Ggf. hilft bei VHF eine andere Einstellung der verzögerten Regelung

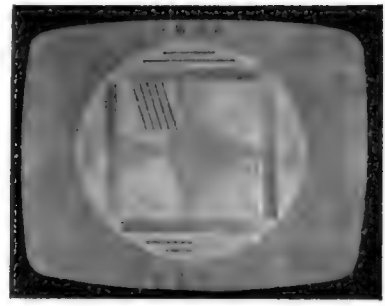


Bild schwach

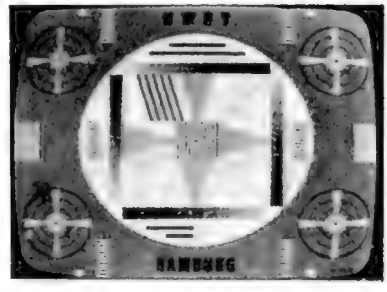
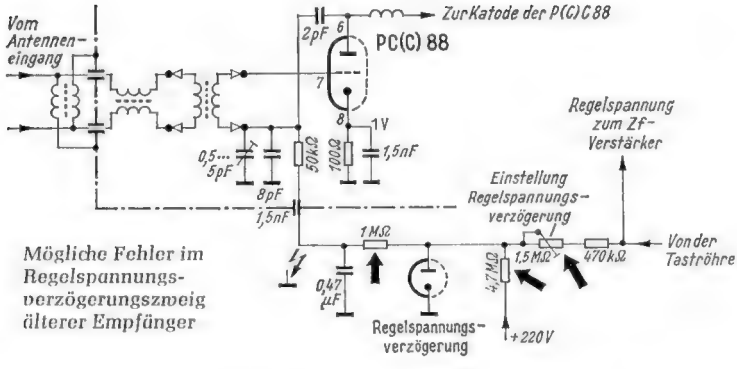


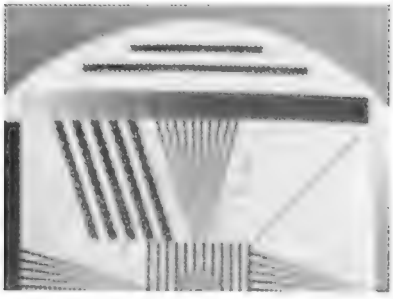
Bild verrauscht



Mögliche Fehler im Regelspannungsverzögerungszweig älterer Empfänger

Bemerkung: Der Praktiker überprüft die Regelspannungsverzögerung dadurch, daß er die Regelspannungsleitung am Tuner (ϟ) mit dem Schraubendreher gegen Masse (Chassis) legt. Stellt sich hierbei ein normales Bild ein (ggf. etwas übersteuert), so ist der Fehler im Regelspannungsverzögerungszweig zu suchen.

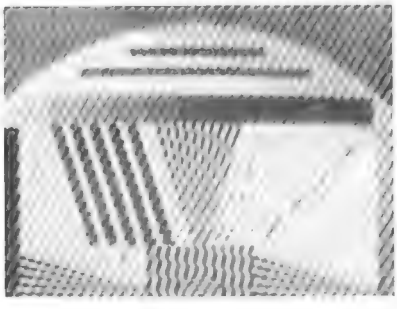
Näherer Befund	*Mögliche Ursachen*	*Fehlersuche bzw. Abhilfe*
Bei VHF oder UHF treten in einer bestimmten Stellung des Feinabstimmers instabile dunkle Streifen (Moiré) auf	Rückwirkungen des Empfängers	a) Ein Kondensator im Zf-Verstärker oder im entspr. Tuner fehlerhaft b) Abschirmung des Diodenübertragers nicht einwandfrei c) Antennenzuleitung direkt am Empfänger zu lang
Bei VHF Stabile Streifen mit fremdem Tonrhythmus	Störung durch Oberwellenbildung des örtlichen UKW-Senders	Antenne auf minimale Störung ausrichten. UKW-Saugkreis im Antenneneingang verwenden
Bei VHF Instabile dunkle Streifen, schräg durch das Bild laufend (Moiré)	Störung durch benachbarten UKW-Rundfunkempfänger	Funkstörungs-Meßdienst der Bundespost verständigen
Bei UHF	Störung durch benachbarten Fernsehempfänger	
Bei VHF und UHF zeigt das Bild starkes Überschwingen	Zf-Abgleich nicht einwandfrei, Tonflanke zeigt eine starke Spitze (bei Verstärkern mit versetzten Einzelkreisen evtl. durch Unterbrechung eines Dämpfungswiderstandes)	Zf-Kurve gem. 4.652 aufnehmen. Dämpfungswiderstände überprüfen. Abgleich korrigieren
	Dämpfungswiderstand einer Entzerrerdrossel im Video-Verstärker defekt	Entzerrerdrossel probeweise mit Ersatz-Dämpfungswiderstand versehen und beobachten, ob der Fehler ohne Auflösungsverlust beseitigt ist. Ggf. mit Ohmmeter prüfen
Bei VHF oder UHF	Abgleich des entspr. Tuners nicht einwandfrei. Tonflanke zeigt gegenüber der Bildflanke eine sehr starke Anhebung	Entsprechende Hf-Kurve gem. 4.633 oder 4.645 kontrollieren, ggf. korrigieren



Stabile Streifen sind dadurch gekennzeichnet, daß sich

a) ihre Anzahl rhythmisch vermehrt oder vermindert

b) ihre Form und Stärke konstant bleibt

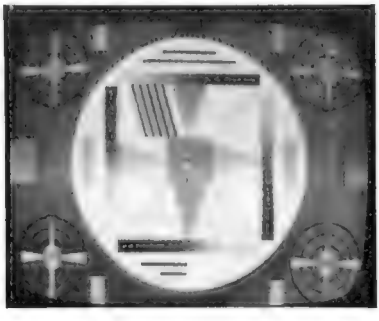


Instabile Streifen sind dadurch gekennzeichnet, daß sich

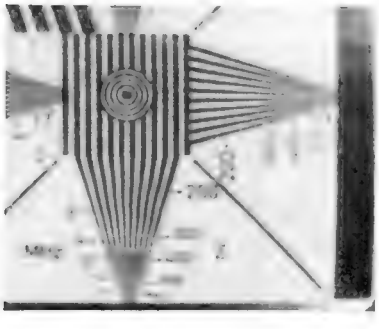
a) ihre Anzahl ständig unregelmäßig vermehrt oder vermindert

b) ihre Form und Stärke ändert

1. Beispiel

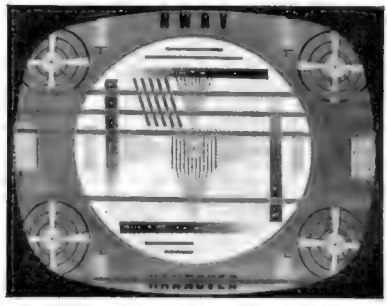


2. Beispiel

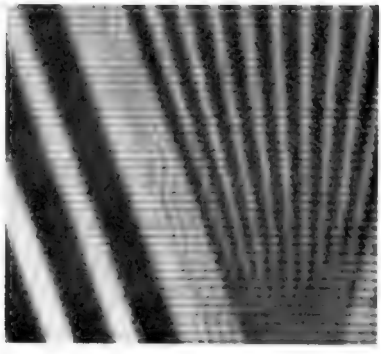


Starkes Überschwingen

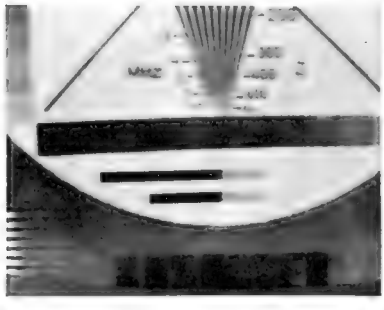
Näherer Befund	Mögliche Ursachen	Fehlersuche bzw. Abhilfe
Bei VHF und UHF Horizontale Streifen, die im Tonrhythmus schwanken und beim Wegbleiben der Modulation verschwinden (Ton im Bild)	Zf-Verstärker verstimmt, Tontreppe zu hoch	Zf-Kurve gem. 4.652 aufnehmen, evtl. Abgleich korrigieren
	Wenn vorhanden: Arbeitsweise der automatischen Feinabstimmung falsch	Feineinstellung korrigieren
Bei VHF oder UHF	Feinabstimmung falsch eingestellt	Feinabstimmung kontrollieren
	Entsprechender Tuner akustisch empfindlich (AKR)	Röhren probeweise auswechseln, Röhrenfassungen überprüfen
Bei VHF und UHF Starkes 5,5-MHz-Moiré im Bild (Strichmuster)	Zf-Verstärker verstimmt, Tontreppe zu hoch	Zf-Kurve gem. 4.652 aufnehmen, evtl. Abgleich korrigieren
	5,5-MHz-Sperre defekt oder verstimmt	Abgleich gem. 4.66 überprüfen
Bei Farbsendung waagerechte Perlschnüre und 1,07-MHz-Moiré	Systembedingte Farbträgerstörung	Ideallösung: Einbau einer vom Hersteller empfohlenen Farbträgerfalle, sonst Kompromiß: Einstellen des Tuners auf verminderte Schärfe
Bei VHF und UHF Fahnen (grau-verwischte Schwarz/Weiß-Sprünge	Zf-Abgleich nicht in Ordnung, Nyquistflanke zu flach	Zf-Kurve gem. 4.652 aufnehmen, evtl. Abgleich korrigieren
	Amplitudengang des Videoverstärkers falsch	Entzerrerdrosseln mit Ohmmeter prüfen
Bei VHF oder UHF	Abgleich des entsprechenden Tuners nicht einwandfrei	Abgleich gemäß 4.63 oder 4.64 kontrollieren, ggf. korrigieren
In Abhängigkeit der Helligkeits- und Kontrasteinstellung in der Höhe von weißen Bildstellen über die ganze Schirmbreite verlaufende dunkle Streifen	Bildröhre zieht Gitterstrom	Kondensatoren am Steuergitter der Bildröhre prüfen (Rücklauf-Dunkeltastung!), evtl. Bildröhre defekt



Horizontale Streifen im Tonrhythmus (Tonstreifen)



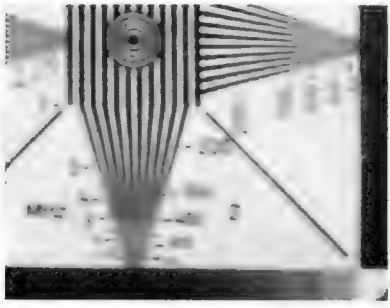
5,5-MHz-Moiré



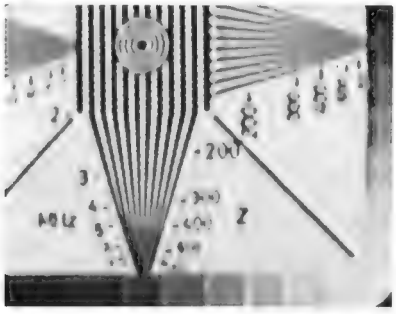
Fahnen (Testbild)

Fahnen (wenn die Bildröhre Gitterstrom zieht)

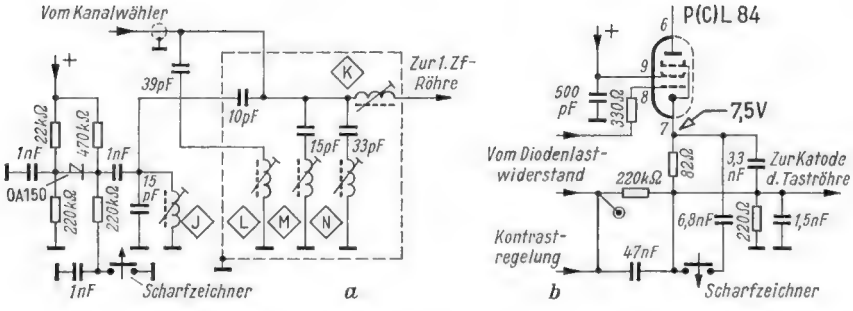
Näherer Befund	Mögliche Ursachen	Fehlersuche bzw. Abhilfe
Bei VHF oder UHF Schlechte Auflösung, evtl. Ton leise	Jeweilige Oszillatorfrequenz zu tief: Feinabstimmung verstellt oder Grundfrequenz verändert	Einstellung des entspr. Tuners (Feinabstimmung) kontrollieren, ggf. Oszillator gem. 4.634 und 4.646 nachstimmen
Bei VHF und UHF	Zf-Verstärker verstimmt (Bandbreite zu schmal)	Dämpfungswiderstände des Zf-Verstärkers mit Ohmmeter prüfen. Zf-Kurve gemäß 4.652 aufnehmen und ggf. Abgleich korrigieren. Diode eines evtl. vorhandenen Scharfzeichners im Zf-Verstärker nachprüfen
	Falscher Amplitudengang der Video-Endstufe (ggf. Entzerrerdrosseln unterbrochen)	Entzerrerdrosseln im Anodenkreis der Video-Endstufe mit Ohmmeter überprüfen
Bei VHF oder UHF Plastik	Antennenanpassung falsch, Antennenableitung enthält „Stoßstellen"	Antennenableitung prüfen, evtl. geringfügig kürzen oder mit einem Stanniolschieber auf bestes Bild abstimmen
	Jeweilige Oszillatorfrequenz zu hoch: Feinabstimmung verstellt oder Oszillator-Grundfrequenz verändert	Einstellung des entsprechenden Tuners (Feinabstimmung) kontrollieren, ggf. Oszillator gem. 4.634 und 4.646 nachstimmen
Bei VHF und UHF	Zf-Verstärker verstimmt (Nyquistflanke zu steil)	Zf-Kurve gem. 4.652 aufnehmen, ggf. nachstimmen
	Scharfzeichner im Zf- oder Videoverstärker nicht i. O.	Schaltungsgruppe mit Ohmmeter prüfen
	Gegenkopplung im Katodenkreis der Video-Endstufe nicht einwandfrei	Kondensatoren im Katodenkreis überprüfen; ggf. ablöten und Veränderungen im Bild beobachten



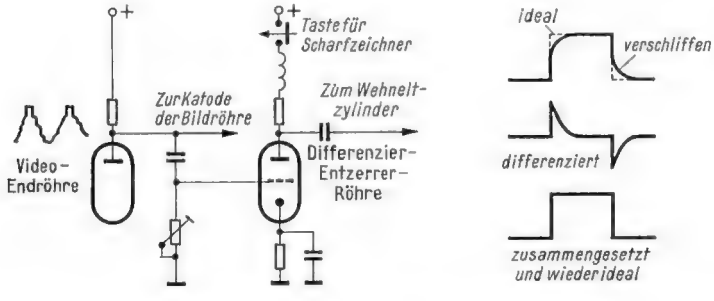
Schlechte Auflösung



Plastik

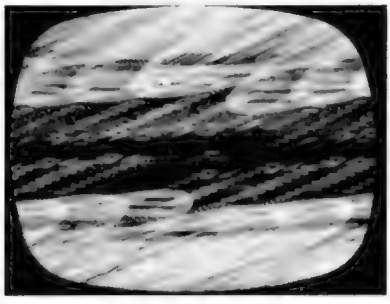


Der Scharfzeichner a) beeinflußt im Bedarfsfall (Taste oder Schalter) die Verstärkung der niedrigen Frequenzen durch Veränderung der Durchlaßkurve des Zf-Verstärkers. Im Fall b) hebt er die Verstärkung der hohen Frequenzen an durch Aufhebung der Gegenkopplung. In beiden Ausführungen werden dann die höheren Frequenzen gegenüber den tieferen angehoben, wodurch bei konturenschwachen Sendungen das Bild schärfer wirkt



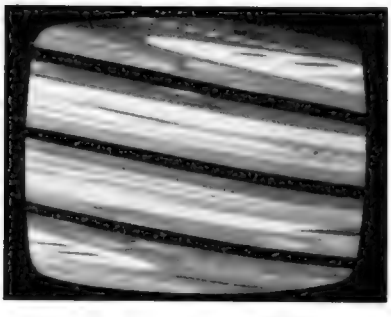
Der Differenzentzerrer als Scharfzeichner beeinflußt nicht den Amplitudengang eines Zf- oder Videoverstärkers (Kompensation des Fehlers), sondern korrigiert das fehlerhafte, verschliffene Signal durch Hinzufügen eines phasenrichtigen differenzierten Signals, das aus den zu wenig vorhandenen hohen Videofrequenzen abgeleitet wird

Näherer Befund	Mögliche Ursachen	Fehlersuche bzw. Abhilfe
Bild läuft gleichzeitig nach oben und nach den Seiten durch. Synchronisierung versagt völlig	Empfänger übersteuert, Regelung arbeitet nicht (Niedervoltelko in der Regelleitung defekt)	Form des Oszillogrammes am Videogleichrichter bei mittl. Eingangssignal (4.56) kontrollieren. Regelspannungsverlauf mit elektronischem Voltmeter verfolgen
	Bildsignal wird stark in der Video-Endstufe begrenzt. Ggf. Arbeitspunkteinstellung falsch	Signal an der Katode der Bildröhre kontrollieren, ggf. Potentiometer für die Bestimmung des Arbeitspunktes richtig einstellen
	Bildsignal kommt nicht zur Impulsabtrennstufe	Signalverfolgung mit Oszillograf von der Anode der Video-Endstufe bis zur Impulsabtrennstufe
	Impulsabtrennstufe ausgefallen	Röhre auswechseln, Betriebsspannungen messen, Oszillogramme aufnehmen und mit Impulsplan vergleichen (gilt auch für Transistoren)
	Störinverterstufe defekt	Röhre auswechseln, Betriebsspannungen der Röhre kontrollieren (gilt auch für Transistoren)
Vertikal-Synchronisation in Ordnung, Zeile kippt aus	Phasenvergleichsstufe defekt	Form der Oszillogramme kontrollieren, Dioden prüfen. ggf. auswechseln
	Steuergenerator für die Zeilenablenkung defekt	Röhre auswechseln, Frequenz und Oszillogramme kontrollieren (gilt auch für Transistoren)
Vertikal-Synchronisation i. O., Zeilensynchronisation nur i. O., wenn Bild seitlich verschoben und im freien Teil des Bildschirmes ein grauer Schleier auftritt, der sich wie die Bildlage beim Betätigen des Horizontal-Bildfang-Potentiometers verändert	Fehler in der Phasenvergleichsstufe (Horizontale Phasenlage stimmt nicht)	Entsprechende Widerstände und Kondensatoren prüfen

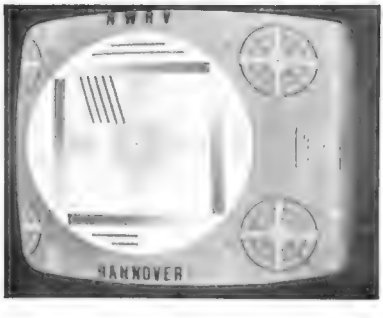


Synchronisation versagt vollständig

Zeile kippt aus (nach links)



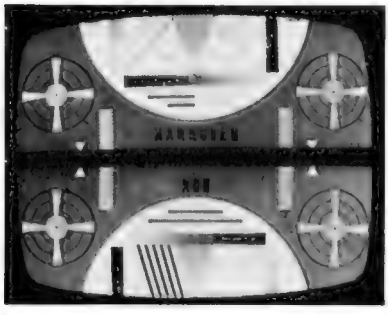
Zeile kippt aus (nach rechts)



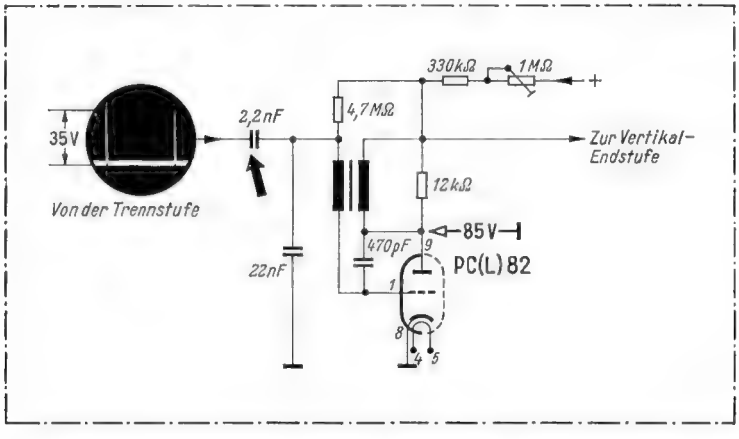
Horizontale Phasenlage stimmt nicht

Näherer Befund	*Mögliche Ursachen*	*Fehlersuche bzw. Abhilfe*
Zeilensynchronisation in Ordnung. Vertikal-Synchronisation versagt völlig oder zeitweise (oder zittert)	Empfänger übersteuert	Regelspannungen überprüfen, evtl. Antenneneingang mit Dämpfungsglied versehen (4.22), Niedervolt-Elko in der Regelleitung durchmessen
	Bildsignal wird in der Video-Endstufe begrenzt	Arbeitspunkteinstellung mit dem Oszillografen überprüfen, ggf. korrigieren
	Schirmgitterspannung der Impulsabtrennröhre zu klein	Schirmgitterspannung messen. Evtl. Potentiometer nachstellen
	Integrationsglied defekt, ggf. – wenn vorhanden – auch der Bildimpulsverstärker	Oszillogramme am Integrationsglied aufnehmen, ggf. Röhre (Impulsverstärker) auswechseln. Betriebsspannungen messen
	Fehler im Netzwerk am Eingang der Impulsabtrennstufe. Kapazitätsverlust des Ankopplungskondensators oder Unterbrechung eines Parallelwiderstandes	Kondensatoren versuchsweise auswechseln und Widerstände mit Ohmmeter überprüfen
	Steuergenerator der Vertikal-Endstufe defekt	RC-Glied und Dämpfungswiderstand des Steuergenerators überprüfen
Zeilensynchronisation in Ordnung. Bei Zündstörungen zittert das Bild in vertikaler Richtung	Vertikal-Synchronisation zu fest	Probeweise kleineren Ankopplungskondensator verwenden

Vertikal-Synchronisation versagt
(Bild läuft von unten nach oben)



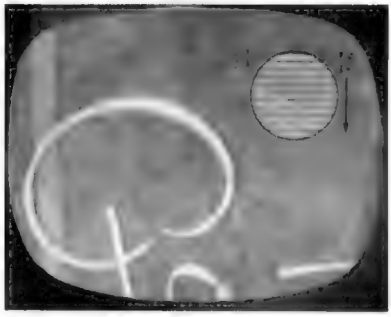
Vertikal-Synchronisation versagt
(Bild läuft von oben nach unten)



Synchronisierung eines Steuergenerators der Vertikal-Endstufe (Sperrschwinger)

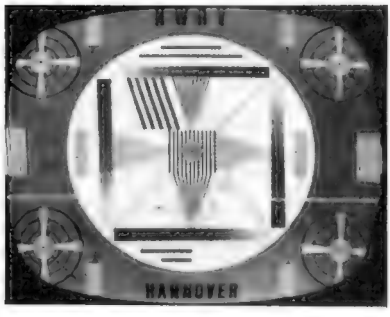
Näherer Befund	Mögliche Ursachen	Fehlersuche bzw. Abhilfe
Zeilensprung mangelhaft (Zeilen paaren)	Mangelhafte Integration des Vertikalimpulses	Integrationsglied prüfen
	Einstreuung des Zeilenrücklaufimpulses in die Impulsabtrennstufe	Mit Oszillografen kontrollieren. Leitungsführung an der Impulsabtrennstufe prüfen
	Leichte Übersteuerung des Empfängers (hierbei Vertikal-Synchronisierung störanfällig)	Regelspannungen kontrollieren. Evtl. Dämpfungsglied an Antenneneingang schalten (4.22)
Horizontaler weißer oder grauer Streifen läuft durch das Bild. Synchronisation in Ordnung	Trenntransformator-Effekt	Empfänger probeweise direkt am Netz betreiben (Vorsicht, Chassis kann Spannung führen!)
	Endröhre der Vert.-Ablenkung defekt. Kennlinie hat einen „Knick"	Röhre auswechseln
	Netzteil des Empfängers nicht einwandfrei. Kondensator am Netzgleichrichter fehlerhaft	Netzgleichrichter versuchsweise mit einem Kondensator 2,5 nF überbrücken
Horizontaler schwarzer Streifen (Brumm) läuft vertikal durch das Bild, wobei die gesamte Synchronisierung gestört sein kann	Faden/Katodenschluß einer Röhre im Hf-, Zf- oder Video-Verstärker, ggf. auch an Bildröhre	Röhren versuchsweise einzeln auswechseln
	Ausfall eines Sieb-Elektrolytkondensators	Einstreustelle der Brummspannung mit Oszillografen ermitteln
	Windungsschluß der Siebdrossel	Versuchsweise gegen gleichartige Drossel austauschen
Mehrere feststehende helle, schrägverlaufende Streifen im Bild. Synchronisation in Ordnung	Dunkeltastung für Bildrücklauf fehlt	Mit Oszillografen den Bildrücklaufimpuls von der Sek.-Seite des Bildausgangsübertragers bis zur Bildröhre verfolgen
Sichtbare Rücklauflinien nur im oberen Teil des Bildes	Rücklaufzeit der Vertikalablenkung zu groß	Ausgangsübertrager der Vertikal-Ablenkung und Netzwerk der Dunkeltastung überprüfen

4.46 *Raster i. O., Bild fehlerhaft, Ton i. O.*

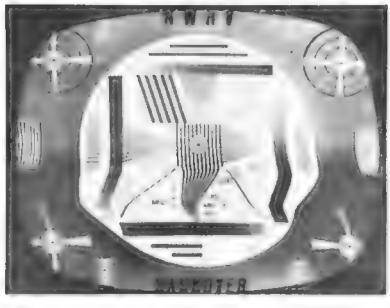


Zeilen „paaren"

Abstand des ungeradzahligen Rasters (u) zum geradzahligen (g) ist kleiner als der des geradzahligen (g) zum ungeradzahligen (u).



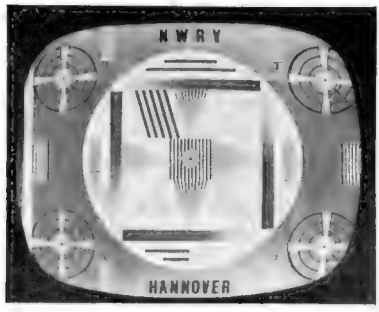
Horizontaler weißer Streifen



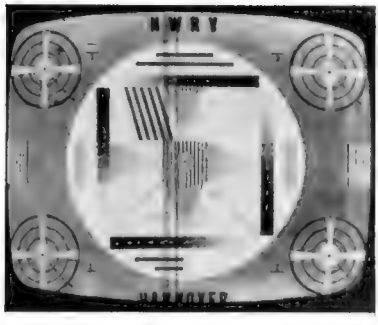
Brummen im Bild (Horizontal-Synchronisierung gestört)

Bildrücklauf sichtbar

Näherer Befund	Mögliche Ursachen	Fehlersuche bzw. Abhilfe
Weißer Schleier am linken Bildrand. Synchronisation in Ordnung	Dunkeltastung für Zeile fehlt	Mit Oszillografen den Zeilenrücklauf-Impuls vom Zeilentransformator bis zur Bildröhre verfolgen
Ein oder zwei dunkle Vertikalstreifen in der linken Hälfte des Bildes, die sich in einzelnen Tunerstellungen verändern oder nicht zeigen (Barkhausen-Kurz-Schwingungen)	Zeilen-Endröhre nicht einwandfrei	Röhre auswechseln
	Arbeitspunkt der Zeilen-Endröhre durch Fehleinstellung der Boosterspannungen oder durch anliegenden Steuerimpuls mit zu geringer Sperrzeit falsch (Anodenrestspannung zu klein)	Arbeitspunkteinstellung kontrollieren, ggf. korrigieren. Größe und Form des Steuerimpulses überprüfen (4.57)
Bild erscheint in der Mitte heller als im linken und rechten Seitenteil (kommt vor, wenn der Zeilenaustastimpuls nicht von einer separaten Wicklung des Zeilentransformators abgenommen wird)	Begrenzung des Zeilenaustastimpulses fehlt (parabelförmiger Spannungsverlauf noch wirksam!)	Oszillogramm aufnehmen, Arbeitsweise einer evtl. vorhandenen Begrenzerstufe kontrollieren, sonst Kondensator und Widerstände im Leitungszug bis zur Bildröhre prüfen
Bild erscheint in der Mitte dunkler als in den Seitenteilen	Spannungsverlauf des Zeilenaustastimpulses fehlerhaft	Oszillogramm aufnehmen. Kondensatoren im Leitungszug der Zusammenführung von Bild- und Zeilenaustastimpuls kontrollieren
Bild erscheint oben dunkel, unten hell. Beim Betätigen des Helligkeitsstellers tritt Jalousien-Effekt auf	Bildrücklauftastung nicht in Ordnung	Oszillogramm aufnehmen, Kondensatoren und Widerstand vom Bildausgangsübertrager bis zur Bildröhre kontrollieren
Bei älteren Empfängern: Bild bleibt in einer Ecke dunkel	Ionenfallenmagnet verstellt	Nachprüfen, justieren (1.321)



Weißer Schleier am linken Bildrand



Barkhausen-Kurz-Schwingungen

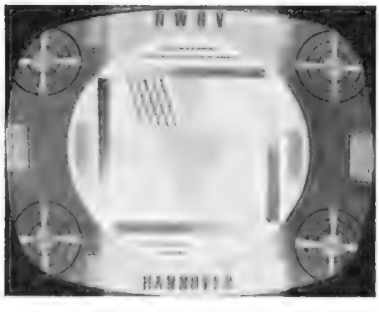


Bild in der Mitte heller als im linken und rechten Seitenteil

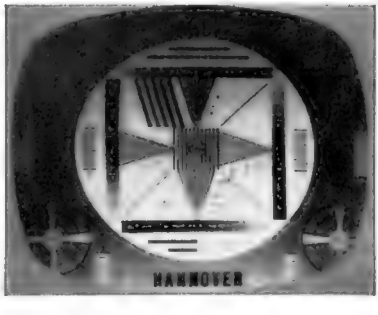
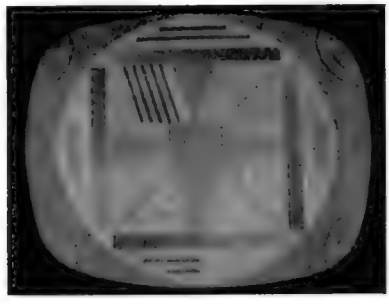


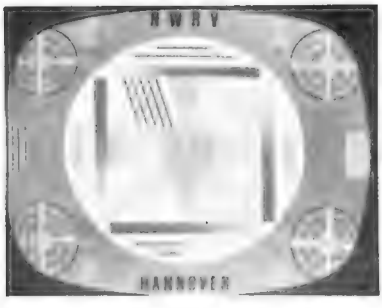
Bild oben dunkel, unten hell

Näherer Befund	*Mögliche Ursachen*	*Fehlersuche bzw. Abhilfe*
Bei aufgedrehtem Helligkeitseinsteller dunkles großes Bild; bei wenig aufgedrehtem Einsteller normales Bild (Innenwiderstand der Zeilen-Endstufe zu groß)	Bildröhre hat keine Masseverbindung	Masseverbindung prüfen
	Hochspannungs-Gleichrichterröhre schlecht	Röhre auswechseln
Senkrechte Bildpartien bei voll aufgedrehtem Kontrasteinsteller verkantet, bei wenig aufgedrehtem Einsteller (flaues Bild) in Ordnung	Netzwerk vor der Impulsabtrennstufe fehlerhaft (Ankopplung)	Mit Ohmmeter die Widerstände prüfen, Kondensatoren auswechseln
	Schirmgitterspannung der Impulsabtrennröhre zu hoch. Ggf. Arbeitspunkteinstellung nicht richtig	Schirmgitterspannung kontrollieren, Arbeitspunkteinstellung korrigieren
Bild zeigt links mehrere Vertikalstreifen. Bei näherer Betrachtung stellt man einen wellenförmigen Verlauf der Zeilen fest (Partialschwingungen)	Dämpfungsglieder parallel der Zeilenablenkspule oder am Niederspanungswickel des Zeilentransformators unterbrochen	Widerstände mit Ohmmeter prüfen, Kondensatoren ggf. auswechseln
Krümmung von vertikalen Bildkanten, die evtl. vertikal durch das Bild wandert („Bauchtanz")	Zeilenkippspannung mit überlagerter Brummspannung	Siebung des Steuergenerators für die Zeilenablenkung kontrollieren
	Feiner Heizfaden/Katodenschluß der Horizontal-Endröhre	Röhre auswechseln
Krümmung von vertikalen Bildkanten, wobei das Bild vertikal falsch synchronisiert („Bauchtanz" mit vertikaler Austastlücke)	Impulsabtrennstufe mit einer Brummspannung überlagert	Brummspannung mit einem Oszillografen lokalisieren

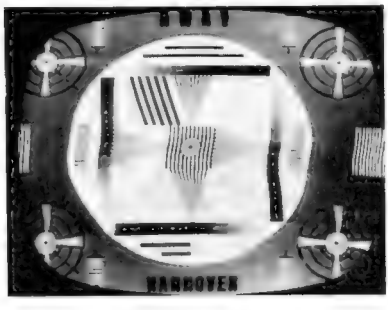
4.46 *Raster i. O., Bild fehlerhaft, Ton i. O.*



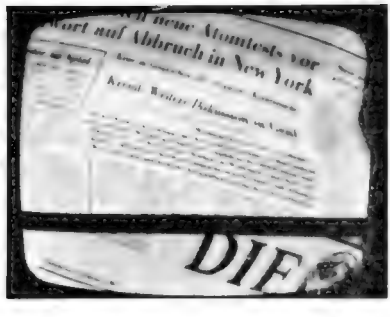
Dunkles großes Bild bei voll eingestellter Helligkeit



Partialschwingungen



Krümmung von vertikalen Bildkanten (Bauchtanz)



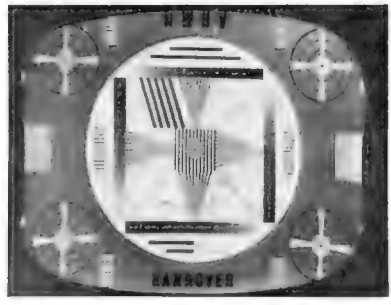
Krümmung von vertikalen Bildkanten mit sichtbarer Vertikal-Austastlücke

Näherer Befund	Mögliche Ursachen	Fehlersuche bzw. Abhilfe
Sprühen der Hochspannung (Zeilen reißen aus)	Hochspannungsanschluß an Bildröhre fehlerhaft	Anschluß prüfen, ggf. nachlöten
	Spitze Lötstellen an hochspannungsführenden Teilen	Lötstellen kontrollieren, ggf. nachlöten (abrunden)
	Hochspannungs-Gleichrichter verstaubt	Hochspg.-Röhren- oder Selengleichrichter säubern
	Anodenanschluß der Zeilen-Endröhre oder Katodenanschluß der Boosterdiode fehlerhaft	Anschlüsse kontrollieren
Zeilenamplitude zu klein	Zeilen-Endröhre schwach oder deren Arbeitspunkt falsch eingestellt	Röhre auswechseln, Boosterspannung nach Service-Anleitung einstellen
	Zeilenrücklauf zu klein, Rücklaufverlängerungs-Kondensator abgebrochen	Rücklauflänge mit Oszillograf ausmessen; Schaltungsteile am Zeilentransf. kontrollieren
Zeilenlinearität schlecht (Drängung rechts)	Zeilen-Endröhre schlecht	Röhre auswechseln
Bild ist seitlich oder in der Höhe verschoben – nicht richtig im Fenster	Zentrierscheibe oder Zentriermagnet der Ablenkeinheit verstellt	Nachprüfen, justieren (1.323)
Bild ist verkantet	Ablenkeinheit verdreht	Nachprüfen, justieren (1.322)
Bild zeigt kissenförmige Verzeichnungen	Kissenentzerrungsmagnete am Ablenkjoch verstellt	Nachprüfen, justieren (1.324)
Bild erscheint seitenverkehrt oder steht auf dem Kopf	Ablenkspule verdreht Anschlüsse vertauscht	Ablenkspule justieren Anschlüsse mit Schaltbild vergleichen
Unscharfes Bild	Fokussierung verstellt	Einstellung kontrollieren
	Bildröhre hat Luft	Bildröhre auswechseln

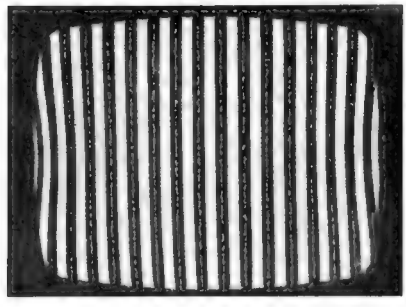
4.46 *Raster i. O., Bild fehlerhaft, Ton i. O.*

Zeilen reißen aus

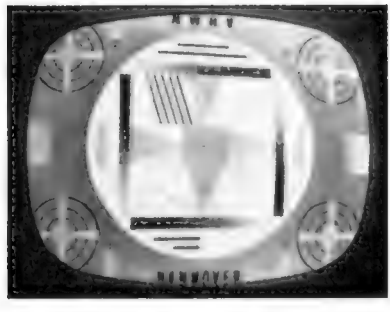
Zeilenamplitude zu klein



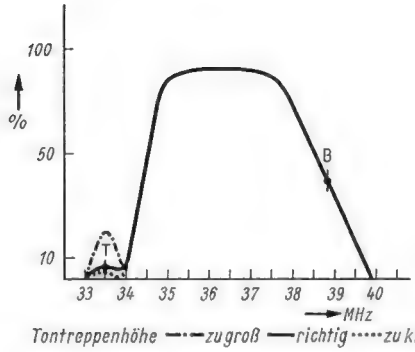
Kissenförmiges Bild

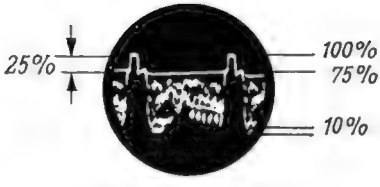


Unscharfes Bild

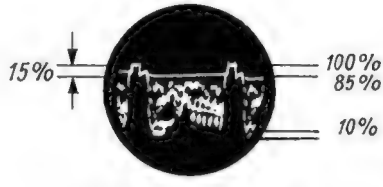


Näherer Befund	*Mögliche Ursachen*	*Fehlersuche bzw. Abhilfe*
Ton von Knatter- oder Brummgeräuschen überlagert. Brummfrequenz leicht abhängig von Bildinhalt und Stellung der Feinabstimmung (Intercarrierbrumm)	Nur bei Empfängern mit einer Ton-Zf-Stufe. Übersteuerung des Empfängers. Arbeitspunktverlagerung der Video-Endstufe. Synchronimpulse werden begrenzt	Oszillogramm an Katode der Bildröhre kontrollieren. Amplitude des Tastimpulses an der Taströhre feststellen und mit Impulsplan vergleichen. Evtl. Dämpfungsglied vor den Antenneneingang schalten (4.22)
	Feinabstimmung nicht richtig eingestellt	Nachstellen, Knattern muß bei bester Bildgüte verschwinden
	Begrenzerstufe (Ton-Zf-Stufe) arbeitet nicht richtig	Betriebsspannungen messen, ggf. Röhre auswechseln
	Lade-Elko des Ratiodetektors defekt oder Anschlußbrücke unterbrochen	Elko versuchsweise auswechseln
	Tontreppe zu niedrig oder zu hoch	Zf-Kurve gem. 4.652 aufnehmen und ggf. nachgleichen
	Ton-Zf-Verstärker mit Ratiodetektor verstimmt	Kontrolle des Abgleichzustandes nach 4.662; ggf. nachgleichen
	Verbundröhre bzw. Dioden des Ratiodetektors defekt	Röhre bzw. Dioden prüfen und ggf. auswechseln. Anschließend Ton-Zf-Verstärker und Ratiodetektor neu abgleichen
	Potentiometer für AM-Unterdrückung (bei Dioden-Ratiodetektoren) verstellt	Abgleich kontrollieren

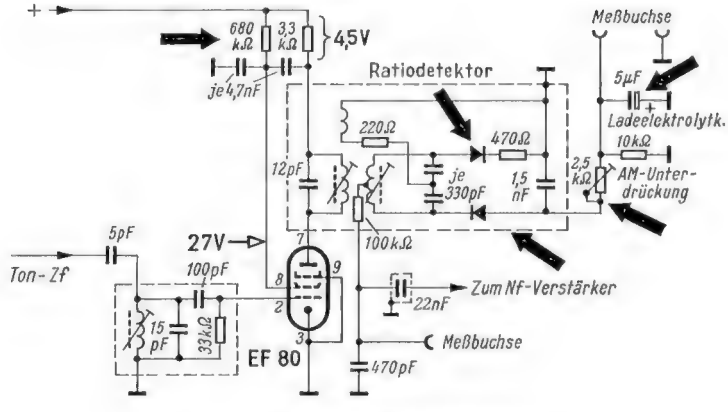




Impulshöhe richtig

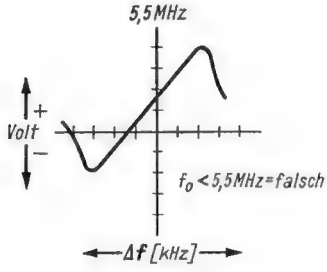


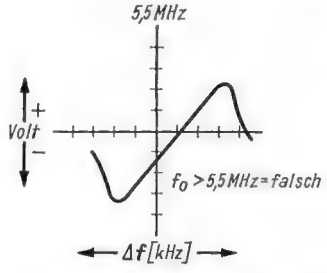
Impulshöhe falsch



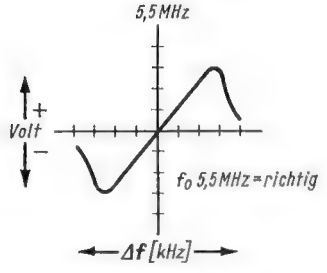
Mögliche Fehler am Ratiodetektor

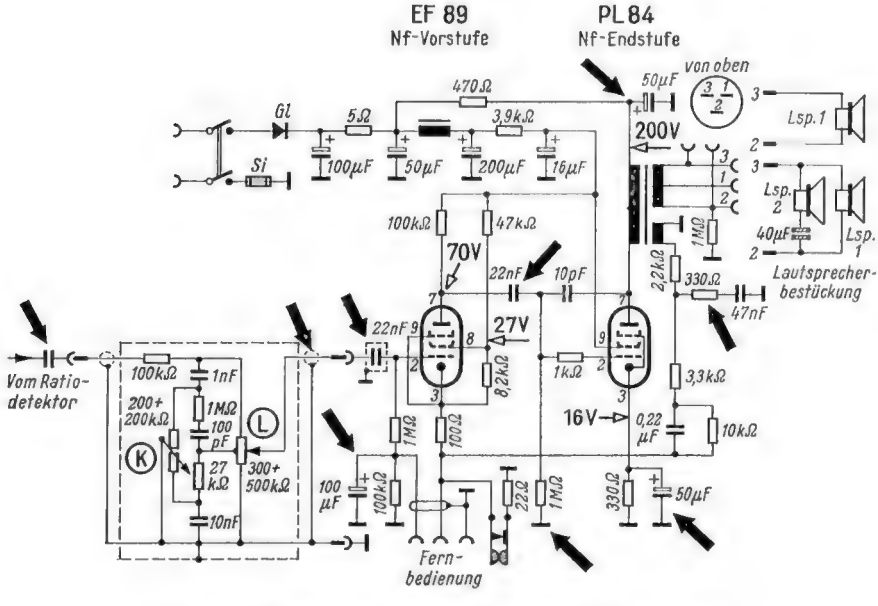
Näherer Befund	Mögliche Ursachen	Fehlersuche bzw. Abhilfe
Tonwiedergabe verzerrt	Nulldurchgang des Ratiodetektors stimmt nicht	Kontrolle und Abgleich nach 4.662 vornehmen
	Nf-Endröhre zieht Gitterstrom	Röhre auswechseln
	Schluß des Koppelkondensators zur Nf-Endstufe	Mit elektron. Voltmeter kontrollieren, ob Steuergitter der Endröhre positiv vorgespannt ist. In diesem Falle Koppelkondensator ggf. auswechseln
	Unterbrechung des Gitterableitwiderstandes der Nf-Endröhre	Mit Ohmmeter überprüfen
	Windungsschluß des Nf-Ausgangsübertragers oder Katoden-Elko kurzgeschlossen	Katodenstrom der Nf-Endröhre messen; wenn überhöht, Einzelteile versuchsweise auswechseln
Tonwiedergabe leise	Betriebsspanungen der Nf-Vorröhre nicht einwandfrei (VDR-Widerstand defekt)	Betriebsspannungen messen
Tonwiedergabe von Blubber-, Pfeif- oder ähnlichen Geräuschen überlagert	Fehler in der Gegenkopplung	Gegenkopplungszweig mit Ohmmeter kontrollieren
	Abschirmung einer Nf-Leitung unterbrochen	Mit Ohmmeter kontrollieren
Quietschen bei großer Lautstärke	Sieb-Elektrolytkondensator für U_{g_2} der Nf-Endröhre kapazitätslos	Prüfelko verwenden
Starkes Netzbrummen	Siebung der Nf-Endstufe nicht i. O.	Versuchsweise entsprechende Elkos mit Prüf-Elkos überbrücken





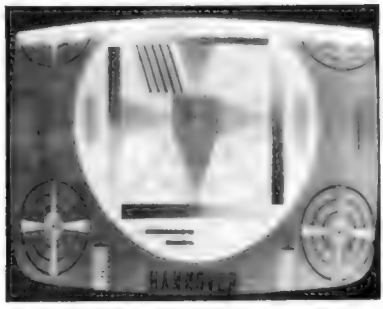
Nulldurchgang des Ratiodetektors (Prüfung gemäß 4.662)



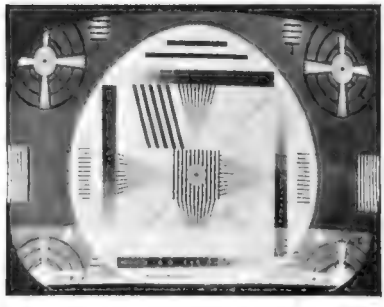


Mögliche Fehler eines röhrenbestückten Nf-Verstärkers

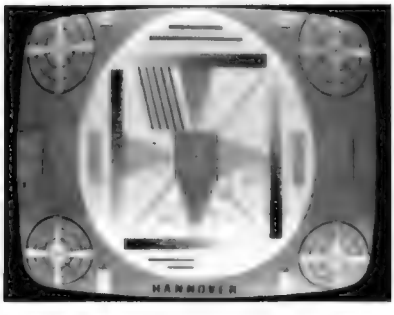
Näherer Befund	*Mögliche Ursachen*	*Fehlersuche bzw. Abhilfe*
Vertikal-Linearität stark fehlerhaft	Linearität verstellt	Nachprüfen, ggf. justieren (1.334)
	Steuersägezahn der Vertikal-Endstufe fehlerhaft	Oszillogramm des Steuersägezahns aufnehmen und Leitungszug verfolgen. Widerstände und Kondensatoren in der Gegenkopplung mit Ohmmeter kontrollieren
	Vertikal-Endstufe arbeitet nicht einwandfrei (Oszillogramm der Steuerspannung i. O.)	Schirmgitter- und Katodenspannung der Vertikal-Endröhre kontrollieren. Röhre ggf. auswechseln. Oszillogramm an der Anode aufnehmen
Oberer Bildrand umgeklappt (Die Zeilen werden oben doppelt geschrieben)	Wicklungsschluß des Vertikal-Ausgangsübertragers	Ausgangsübertrager mit Ohmmeter prüfen
	Gegenkopplungszweig der Vertikal-Endstufe fehlerhaft	Gegenkopplungszweig mit Ohmmeter prüfen, ggf. Kondensatoren auswechseln
Unterer Bildrand umgeklappt (Die Zeilen werden unten doppelt geschrieben)	Vertikal-Endröhre verbraucht	Röhre auswechseln
	Katoden-Elko hat Schluß	Katoden-Elko auswechseln
	Gegenkopplungszweig der Vertikal-Endstufe fehlerhaft	Gegenkopplungszweig mit Ohmmeter prüfen, ggf. Kondensatoren auswechseln
Vertikal-Linearität stark fehlerhaft, wobei die Vertikalsychronisation gestört ist	Steuersägezahn der Vertikal-Endstufe verbrummt	Oszillogramm des Steuersägezahns kontrollieren. Masseverbindungen des Steuergenerators überprüfen. Ggf. entsprechende Röhre auswechseln
Das Raster wird in den Ecken nicht voll ausgeschrieben (Abschattungen)	Ablenkspule auf dem Bildröhrenhals verrutscht	Ablenkspule verschieben und befestigen



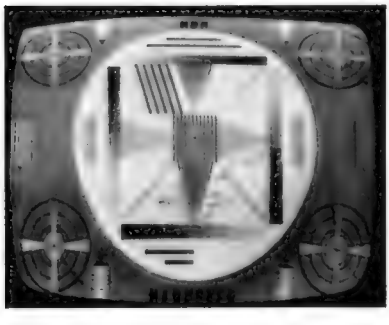
Oberer Bildteil umgeklappt (dadurch oben heller)



Unterer Bildteil umgeklappt (dadurch unten heller)



Vertikal-Linearität fehlerhaft (oben gedehnt)



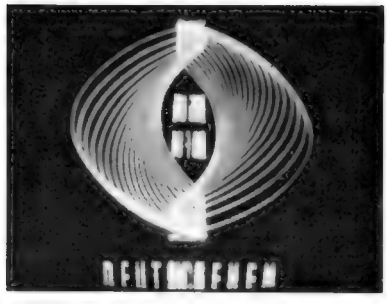
Vertikal-Linearität fehlerhaft (unten gedehnt)

4.4 Systematische Fehlerortung nach Tabelle

Näherer Befund	*Mögliche Ursachen*	*Fehlersuche bzw. Abhilfe*
Es erscheint nur eine horizontale helle Linie in der Schirmmitte	Steuergenerator für Vertikalablenkung arbeitet nicht	Betriebsspanungen messen. Transformator oder Spule mit Ohmmeter prüfen. Ggf. Röhre auswechseln
	Vertikal-Endstufe defekt	U_{g2} und U_k der Vertikal-Endröhre nachmessen; Röhre ggf. wechseln. Oszillogramm an der Anode kontrollieren. Vertikal-Ablenktransformator mit Ohmmeter prüfen
	Vertikal-Ablenkspule unterbrochen	Mit Ohmmeter auf Durchgang prüfen
Er erscheint nur eine vertikale helle Linie in der Schirmmitte	Zeilenablenkspule unterbrochen	Mit Ohmmeter auf Durchgang prüfen
Zeilen erscheinen in der Mitte zerrissen	Steuergenerator für Zeilenablenkung arbeitet unstabil, d. h. mit zu niedriger Frequenz	Betriebsspannungen der Zeilenkippröhre messen, Röhre ggf. auswechseln
Zeilen erscheinen in der Mitte doppelt	Sperrzeit der Steuerspannung für die Zeilen-Endröhre zu groß	Arbeitsbedingungen des Impulsverformers (Horizontal-Steueroszillator) überprüfen, ggf. Röhre auswechseln
Raster vertikal trapezförmig verzeichnet	Schluß in der Vertikal-End- (Ablenkspule)	Mit Ohmmeter prüfen
Raster horizontal trapezförmig verzeichnet	Schluß in der Vertikal-Endstufe (Ablenkspule)	Mit Ohmmeter prüfen
Raster horizontal zusammengeschnürt (Synchronisation in Ordnung)	Heizfaden/Katodenschluß der Zeilen-Endstufe	Röhre auswechseln
	Brummspannung in der Zeilen-Endstufe	Mit dem Oszillografen die Entstehung der Brummspannung feststellen
Raster horizontal zusammengeschnürt und Zeilensynchronisation gestört	Steuergenerator für Zeilenablenkung verbrummt	Mit dem Oszillografen die Entstehung der Brummspannung feststellen

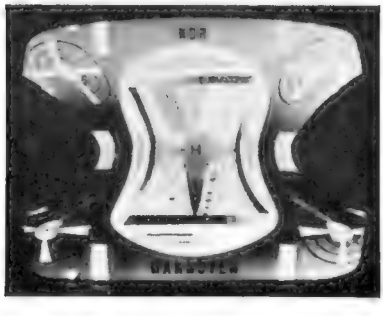
4.48 *Raster fehlerhaft, Bild und Ton i. O.*

Zeilen in der Mitte zerrissen



Zeilen in der Mitte doppelt

Raster vertikal trapezförmig



Raster horizontal zusammengeschnürt

4.5 Tips für die Fehlersuche

4.51 Auswertung der Leistungsaufnahme

Normale Schwarzweißempfänger verbrauchen im Durchschnitt je nach Anteil der Transistoren 100 ... 170 Watt, Farbempfänger dagegen 240 ... 350 Watt. Der genaue Wert geht aus der Typentabelle mit den technischen Daten, dem Schaltbild oder anderen Firmenunterlagen hervor. Zeigt das Wattmeter im Betriebszustand des Gerätes diesen Normalwert an (siehe auch Abschnitt 4.211), so dürfen wir mit ziemlicher Sicherheit annehmen, daß die Stromversorgung des Gerätes in Ordnung ist. Bei anomaler Leistungsaufnahme kann der angezeigte Wert als Anhaltspunkt für die Fehlersuche dienen. Folgende Zustände sind möglich:

a) keine Leistungsaufnahme

Hier ist die Fehlersuche einfach. Wir überzeugen uns zunächst von dem Zustand der Gerätesicherung. Eine defekte Sicherung kann auf eine harmlose Ursache (zu geringe Schmelzstromstärke, mechanische Beschädigung, plötzliche Netzüberspannung), aber auch auf einen Kurzschluß (s. Abschnitt d: zu hohe Leistungsaufnahme) zurückzuführen sein.

b) zu niedrige Leistungsaufnahme

Zeigt das Wattmeter nur einen Leistungswert von einigen Watt an, so wird in der Regel der Heizkreis an irgendeiner Stelle unterbrochen sein (Heizfadenbruch einer Röhre, abgetrennte Speiseleitung – alle Heizfäden bleiben dunkel). Der geringe Verbrauch resultiert dann lediglich aus der Belastung der im Gleichrichterkreis liegenden Direktverbraucher (z. B. Spannungsteiler). Anoden- und Schirmgitterströme können infolge des Ausfalls der Heizung natürlich nicht fließen.

Zur Feststellung des Fehlerortes wird nun bei eingeschaltetem Empfänger eine Glimmlampe (-röhre) oder ein Voltmeter (Bereich 300 V~), bei abgeschaltetem Empfänger ein Ohmmeter verwendet. Damit tasten wir den Heizkreis (wie im Abschnitt 4.41 beschrieben) punktweise – beginnend beim höchsten Potential und dann weiter in der Reihenfolge der danach angeschlossenen Röhren – gegen Masse ab, bis die Glimmröhre nicht mehr aufleuchtet bzw. der Zeiger des Spannungsmessers oder des Ohmmeters nicht mehr ausschlägt. Befindet sich diese Abtaststelle hinter einer Röhre, so müssen wir die Röhre auswechseln.

Liegt der abgelesene Wert über 70 Watt, so ist der Heizkreis wahrscheinlich in Ordnung (am Glühzustand der Heizfäden sämtlicher Röhren zu erkennen).

Denkbar ist dann ein Ausfall innerhalb der Gleichspannungsversorgung. Es wäre jetzt ein zeitraubendes Verfahren, systematisch die Gleichspannungswege vom Netzgleichrichter bis zum letzten Verbraucher mit einem Spannungsmesser zu untersuchen. Da nämlich ein derartiger Effekt auch in irgendeiner Form eine Bildstörung herbeiführt, ist es richtiger, diese optische Anzeige zur Grundlage der Fehlersuche zu machen.

c) mittlere Leistungsaufnahme

Ein mittlerer (gegebenenfalls normaler, aber auch zu hoher) Leistungsverbrauch ergibt sich, wenn der Heizstromkreis an einer Stelle gegen Masse kurzgeschlossen ist. Dieser Verdacht bestätigt sich, wenn wir bei der Betrachtung der Röhren feststellen, daß einzelne von ihnen nicht leuchten bzw. daß die anderen Röhren besonders stark leuchten. Hier ist natürlich wegen der Überlastungsgefahr größte Vorsicht geboten und das Gerät schnellstens auszuschalten. Man sollte sich aber merken, welche Röhren geheizt werden bzw. welche Röhren kalt bleiben. Anhand des Schaltbildes kann man dann leicht den fehlerhaften Teil ermitteln. Er liegt im Zuge des Heizkreises zwischen der Röhre, die als letzte aufleuchtet, und der ersten Röhre, die dunkel bleibt.

Falls eine Fehlerortsbestimmung nach der vorgenannten Methode – aufleuchtende

Heizfäden – nicht eindeutig ist, bleibt noch die Möglichkeit, das Gerät mit herabgesetzter Netzspannung (z. B. 100 V) zu prüfen, damit eine Überlastung vermieden wird. Man benutzt hierfür einen Regeltransformator und kann nun unter diesen Bedingungen die Fehlereinkreisung mit einem Spannungsmesser vornehmen.

Zeigt sich ein Leistungsdefizit von ca. 25 bis 35 Watt und bleibt der Bildschirm gleichzeitig dunkel, so besteht die Möglichkeit, daß die (bei verschiedenen Fernsehempfängern verwendete) Sicherung (0,3 A) der Zeilen-Endstufe durchgebrannt ist. Dieser Fall kann z. B. durch einen gelegentlichen Hochspannungsüberschlag eintreten, ohne daß ein eigentlicher Fehler vorliegt.

d) zu hohe Leistungsaufnahme

Falls der Stromverbrauch des Gerätes zum Durchbrennen der netzseitigen Gerätesicherung geführt hat, ist ein direkter Schluß im Netzteil zu vermuten. Zunächst sollte man den Heizkreis allein prüfen, indem man den Netzgleichrichter auf der Wechselspannungsseite abtrennt. Ergibt diese Kontrolle keinen Fehler, dann sind der Netzgleichrichter und die in der Gleichspannungsversorgung befindlichen Elektrolyt- und sonstigen Kondensatoren mit einem Widerstandsmesser zu prüfen.

Erweist es sich als notwendig, das Gerät für die Fehlersuche mit dem Netz zu verbinden, so macht man – um das Durchbrennen der Sicherung zu vermeiden – von dem bereits zitierten Regeltransformator Gebrauch. Die Netzspannung wird dann langsam vom Nullwert anfangend so weit erhöht, bis sich die Störung bemerkbar macht.

4.52 Fehlerbestimmung nach Fehlerhäufigkeit

4.521 Allgemeines

Im Fernsehempfänger unterliegen noch mehr als im Rundfunkgerät verschiedene Bauelemente einer starken elektrischen oder wärmemäßigen Beanspruchung. Dieser Umstand bringt es mit sich, daß derartige Teile trotz hinreichender Bemessung und günstiger Anordnung im Chassis bisweilen nach kürzerer oder längerer Betriebszeit defekt werden. Man könnte zwar, um solchen Mängeln vorzubeugen, die Bauelemente wie in einem kommerziellen Gerät überdimensionieren, doch steht dem meist die Preiswürdigkeit des Gerätes entgegen. Hinzu kommt häufig der Platzmangel im Chassis, das aus Gründen ästhetischer Gehäuseformen eine bestimmte Größe nicht überschreiten darf.

Neben „ruhenden" Bauelementen, wie z. B. den Widerständen, Kondensatoren, Zeilentransformatoren usw. – die Röhren nehmen hier eine Sonderstellung ein –, können natürlich auch einmal „bewegliche" Teile (Potentiometer, Kanalschalter, Tasten- oder Drehschalter, Skalen- und sonstige Antriebe) unbrauchbar werden. Bei ihnen handelt es sich aber meist um eine mechanisch bedingte Abnutzung.

Die Kenntnis um diese Dinge und die Erfahrung darüber, welche Teile vorzeitig defekt werden können, eröffnen eine weitere Möglichkeit der Fehlerbestimmung. Hier braucht man bei begründetem Verdacht kaum noch zu suchen, die Fehlerquelle liegt schon fest. Tritt bei einer Geräteserie trotz sorgfältigster Qualitätsprüfungen und laufender Kontrollen ein Serienfehler auf, so sorgt die Fabrik nach dem Bekanntwerden dieses Fehlers natürlich für schnelle Abstellung der Mängel. Ferner unterrichtet sie in der Regel alle Reparaturstellen des Außendienstes, wie an den schon gelieferten Geräten Abhilfe zu leisten ist.

Es ist also wichtig, diese Informationen zu kennen und danach zu verfahren, auch dann, wenn bei einem Empfänger aus einer solchen Serie ganz andere Fehlerursachen vorliegen.

Weiterhin muß man wissen, ob die Fabrik im Laufe einer Fertigungsperiode an irgendeinem Typ schaltungsmäßige Änderungen durchführte, um diese oder jene Fehlererscheinung – die vielleicht nur unter be-

stimmten Empfangsbedingungen auftritt – zu beseitigen. Serienfehler, die auf schlechten Lötstellen beruhen oder auf mangelhaften Abgleich bzw. schlechte Justierung zurückzuführen sind, kommen bei den heutigen umfangreichen und verfeinerten Kontrollen kaum noch vor. Der Anteil der Prüfarbeit an der Gesamtproduktionszeit eines Gerätes nimmt ständig zu.

4.522 Röhrenfehler

Nach der statistischen Auswertung der Fehlerursachen für röhrenbestückte Fernsehempfänger zeigt sich, daß bei ihnen der Röhrenausfall größer ist als bei gleichartig bestückten Rundfunkempfängern.

Diese Tatsache könnte dazu verleiten, die Qualität der in Fernsehempfängern benutzten Röhren geringer einzuschätzen. Der Grund liegt aber darin, daß dort weit mehr Röhren als in Rundfunkgeräten verwendet werden (etwa dreimal soviel) und sich in manchen Stufen des Fernsehempfängers ein Nachlassen der Röhrenleistung durch natürliche Alterung oder ein geringfügiger Fehler früher bemerkbar machen als beim Rundfunkempfänger. Läßt z. B. eine Endröhre im Rundfunkgerät allmählich in ihrer Leistung nach, so wird das Ohr zunächst kaum Verzerrungen in der Wiedergabe wahrnehmen oder gar eine Lautstärkeminderung feststellen. Erfolgt aber ein Nachlassen der Emission in den Röhren des Fernsehempfängers, so machen sich sehr bald Verzerrungen (Linearitätsfehler) oder eine Leistungsminderung (Amplitudenschwund) störend bemerkbar. Auch der feinste Elektrodenschluß einer Röhre führt im Fernsehempfänger zu einer deutlich erkennbaren Bildstörung. Das Auge registriert eben die Auswirkungen der Störungen früher und weit stärker als das Ohr.

Nach diesen Betrachtungen ist es naheliegend, die Fehlersuche im Fernsehempfänger mit einem Überprüfen jener Röhren zu beginnen, die möglicherweise für die Art der Störung verantwortlich zu machen sind. Welche Wege dabei beschritten werden müssen, erfahren wir im Abschnitt 4.53.

4.523 Transistorenfehler

Transistoren sind – wie Halbleiter im allgemeinen – zuverlässiger als Röhren; sie haben von Hause aus eine unbegrenzte Lebensdauer. Wenn sie trotzdem hier und dort einmal unbrauchbar werden, ist dies meist auf äußere Ursachen zurückzuführen. So kann z. B. durch den Ausfall anderer Bauelemente (durchgeschlagener Kondensator, Windungsschluß eines Übertragers ...) der Transistor überlastet werden. Weiter können Hochspannungsüberschläge in der Bildröhre oder am Zeilentransformator den einen oder anderen Transistor in der Videostufe, Treiberstufe und Impulsabtrennung zerstören, falls nicht besondere Schutzmaßnahmen (Funkenstrecken, Begrenzerdioden) dies verhindern. Die Mehrzahl der transistorbestückten Stufen bedarf dieser Schutzmaßnahmen jedoch nicht, da an ihnen keine unzulässig hohen Spannungsspitzen auftreten.

Wird ein Transistor defekt, so gibt es sowohl für die Basis-Kollektor- als auch für die Basis-Emitter-(Dioden)Strecke im allgemeinen nur zwei Zustände: den Kurzschluß und die Unterbrechung. In beiden Zuständen ist die Sperrwirkung der Dioden aufgehoben. Neben diesem Totaldefekt gibt es – allerdings seltener – den Fall einer verminderten Betriebsfähigkeit, der durch veränderte Transistordaten bedingt ist (Stromverstärkung, Restströme außerhalb der Toleranz).

4.524 Fehler an Kondensatoren und ohmschen Widerständen

Kondensatoren und Widerstände sind um so mehr gefährdet, je größer ihre Impulsbelastung ist. Das wirkt sich natürlich je nach Bauart verschieden aus. So kann zum Beispiel ein Elektrolytkondensator durchschlagen, wenn nicht von vornherein ein Typ gewählt wird, der sich bei einem Durchschlag selbst regeneriert. Neben dem Ausfall des Kondensators durch Schluß (oder Unterbrechung!) sind aber auch Kapazitätsveränderungen möglich, die sich besonders be-

merkbar machen, wenn dieses Bauteil als frequenzbestimmendes Element in einen Abstimmkreis eingefügt ist. Beim Ersatz eines solchen Kondensators halte man sich in jedem Fall an die Fabrikvorschrift. Darin wird oft ein bestimmtes Fabrikat mit einem bestimmten Temperaturkoeffizienten genannt.

Widerstände in Anoden- und Schirmgitterkreisen sind besonders durch eine zu hohe Gleichstrombelastung bedroht. Bei ihnen sind oft zwei Fehlerursachen eng miteinander verknüpft. Schlägt zum Beispiel ein Kondensator in einer Stromversorgungsleitung des Gerätes durch, so sind alle Widerstände gefährdet, die zwischen diesem Kondensator und dem Netzteil liegen, weil sie dann von einem stärkeren Strom durchflossen werden, als es dem normalen Betriebszustand entspricht. Findet man nun umgekehrt in dieser Schaltungskombination einen verbrannten Widerstand, so sollte man nicht nur diesen auswechseln, sondern gleich nachprüfen, ob ein durchgeschlagener Kondensator zum Durchbrennen des Widerstandes geführt hat. In modernen Fernsehempfängern legt man die Belastbarkeit von Widerständen im Anodenkreis so reichlich aus, daß im Störungsfall ein Ausbrennen verhindert wird. Weiterhin finden sogenannte Sicherungswiderstände Verwendung (z. B. Vitrohm), die sich bei starker Überlastung selbsttätig abschalten.

Widerstände in Gitterkreisen oder in Regelspannungsleitungen sind meist sehr hochohmig. Hier liegt es in der Natur der jetzt üblichen Schichtwiderstände, daß der prozentuale Ausfall immer noch größer als bei niederohmigeren Widerständen ist. Eine eindeutige „äußere" Ursache für den Ausfall ist daher häufig nicht feststellbar.

4.525 Fehler an VDR-Widerständen

VDR-Widerstände (aus dem Englischen: Voltage Dependent Resistors), auch Varistoren genannt, gehören zur Gruppe der *Halbleiter*. Sie sind Bauelemente, deren Widerstandswert von der anliegenden Spannung bestimmt wird. Bei kleiner Spannung ist ihr

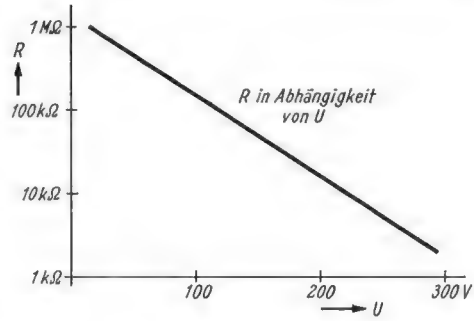


Bild 4.52–1 Kennlinie eines VDR-Widerstandes (Prinzipdarstellung)

Widerstandswert groß. Verdoppelt man die Spannung, so nimmt der Widerstandswert um etwa eine Zehnerpotenz ab (**Bild 4.52–1**). Dieses Verhalten zeigt sich sowohl bei Gleichstrom als auch bei Wechselstrom.

Der Widerstandskörper besteht aus Siliziumkarbid-(SiC-)Körnern, die mit einem Bindemittel zu einer keramikartigen Masse gemischt und bei hohen Temperaturen in die gewünschte Form gesintert werden. Das elektrische Verhalten ist auf den veränderlichen Kontaktwiderstand zwischen den einzelnen zueinander geordneten Karbid-Kristallen zurückzuführen.

Es gibt verschiedene Typen dieser Widerstände, und zwar in Scheiben- und in Stabform mit jeweils bestimmten Abmessungen. Über die Daten und Kennlinien unterrichten die Kataloge und Kennblätter der Hersteller, z. B. von C. Conradty, Nürnberg, und Valvo, Hamburg. Bei Anwendung von VDR-Widerständen muß man auch die Eigenkapazität berücksichtigen. Scheibenförmige Ausführungen haben eine große Kapazität, sie werden daher in Gleichstromkreisen oder für niederfrequente Wechselspannungen verwendet. Stabförmige Ausführungen haben eine kleine Kapazität und kommen für Wechselspannungen höherer Frequenz in Betracht.

Auf Grund seines Aufbaus ist der VDR sehr robust. Dennoch kann es zum Ausfall kommen, wenn durch eine äußere Störung, beispielsweise durch Überschlag eines Kondensators am Zeilentransformator, eine we-

sentlich höhere Spannung anliegt. Durch den exponentiellen Anstieg des Stroms kommt es dann zu einer schnellen Zerstörung des Widerstandes. Damit die dabei auftretende Hitzeentwicklung andere Bauteile nicht gefährdet, bringt man den Widerstand in genügendem Abstand von der Druckplatte an. Darauf ist auch bei einem nachträglichen Ersatz zu achten. Bei Funktionsstörungen wird man in den Betriebsschaltungen, wozu er gehört, erst einmal die dort wirksamen Spannungen nachmessen und alle anderen zu dieser Schaltung gehörenden Bauteile untersuchen. Zur Orientierung dient dabei das Service-Schaltbild des Geräteherstellers.

Leider hat man für die Datenangabe auf den Widerstandskörpern noch keinen allgemein gültigen Code geschaffen. Jeder Hersteller wendet seinen eigenen Code an, z. B. bestimmte Kennfarben, die noch für den Eigenbedarf der Gerätefabriken abgeändert sein können, so daß es für den Servicetechniker oft recht schwierig ist, den VDR zu identifizieren und für einen ausgefallenen VDR ein gleichartiges Ersatzstück einzusetzen. Bis der richtige, vom Gerätehersteller angeforderte VDR-Widerstand zur Verfügung steht, kann jedoch häufig eine Notlösung getroffen werden, die den einstweiligen Weiterbetrieb des Empfängers ermöglicht. Wie man dabei im einzelnen vorgeht, wird nachstehend für drei wichtige Anwendungsfälle des VDR-Widerstandes im Fernsehgerät beschrieben.

1. Anwendung des VDR-Widerstandes zur Regelung des Arbeitspunktes der Zeilen-Endröhre und damit zur Stabilisierung sowohl der Boosterspannung als auch der von ihr proportional abhängigen Hochspannung. Durch diese Maßnahme werden Änderungen der Zeilenamplitude (Bildbreite) bei Netzspannungsschwankungen und unterschiedlichen Belastungen des Hochspannungskreises (Einstellen einer größeren Helligkeit) auf ein Minimum herabgesetzt.

Tritt in der für den vorbeschriebenen Zweck benutzten Schaltungsanordnung eine Funktionsstörung auf und fällt dabei nach voraufgegangenen Messungen der Verdacht auf den hier als Gleichrichter wirkenden VDR, so ersetzen wir ihn versuchsweise durch einen in der Größe (Abmessung und Ausführung) ähnlichen VDR. Anschließend müssen wir die Arbeitspunkteinstellung der Zeilen-Endröhre kontrollieren und gegebenenfalls an dem dafür vorhandenen Potentiometer korrigieren. Hierzu sehen wir uns auf dem Oszillografenschirm die Form der am Gitter der Zeilen-Endröhre auftretenden Steuerspannung an. Dieses Oszillogramm soll – unabhängig von der Größe der Boosterspannung – möglichst dem im Schaltbild angegebenen entsprechen; es ist also das „Poti" so einzustellen, daß die Öffnungsflanke der Steuerspannung keine Begrenzung aufweist (siehe Bild 4.56–8). Die Zeilen-Endstufe bleibt dann betriebsfähig; es ist bis zum Einbau des vorgeschriebenen VDR-Widerstandes lediglich die Regelcharakteristik gestört.

2. Anwendung des VDR-Widerstandes zur Dämpfung der Spannungsspitzen, die beim Bildrücklauf im Vertikal-Ausgangstransformator entstehen. In diesem Fall dient der VDR zum Schutz des Transformators.

Ist der parallel zur Primärwicklung des Transformators liegende VDR defekt, so kann an seiner Stelle vorübergehend ein RC-Glied angeschaltet werden ($R \approx 47$ kΩ, 1 W; $C \approx 0{,}02$ µF, 2500 V Prüfspannung).

3. Anwendung des VDR-Widerstandes zur Unterdrückung des Einschaltbrumms (siehe Bild 4.2–2).

Bei einem Defekt des VDR-Widerstandes kann man vorübergehend an seiner Stelle einen ohmschen Widerstand von 1 MΩ einfügen. Die Einschalt-Brummunterdrückung bleibt dann bis zum späteren Ersatz des VDR-Widerstandes ohne Wirkung (was bedeutungslos ist, wenn man für die Übergangszeit die Lautstärke beim jeweiligen Einschalten des Empfängers auf Null einstellt.

4.526 Fehler an Heißleitern

Heißleiter sind eine besondere Art von Halbleitern. Sie haben die Eigenschaft, daß

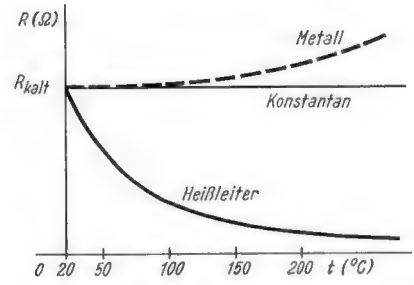


Bild 4.52–2 Widerstand in Abhängigkeit von der Temperatur (Prinzipdarstellung)

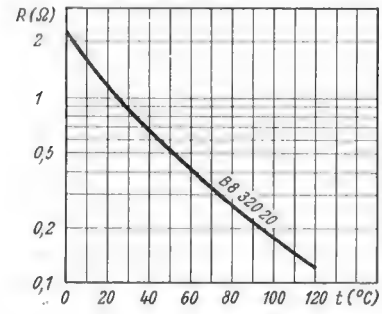
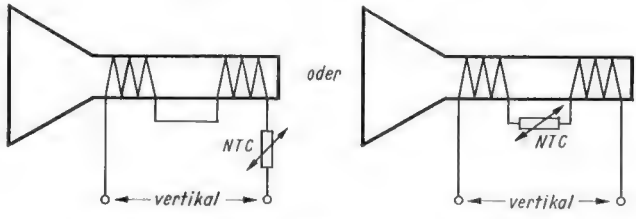


Bild 4.52–3 Beziehung zwischen Widerstand und Temperatur beim NTC-Widerstand B 8 320 20 (Valvo)

Rechts: Bild 4.52–4 Schaltungstechnische Einfügung eines NTC-Widerstandes in die Vertikal-Ablenkspulen



ihr Widerstandswert im Gegensatz zu metallischen Leitern mit steigender Umgebungstemperatur und wachsender Strombelastung stark abnimmt **(Bild 4.52–2** und **4.52 –3).** Man nennt sie meist NTC-Widerstände (aus dem Englischen: Negative Temperature Coefficient) oder, falls es sich um ein Siemens-Fabrikat handelt, Thernewid (*Ther*misch negativer *Wid*erstand). Die durchschnittliche Widerstandsabnahme beträgt etwa 5 % je Grad Celsius.

Heißleiter bestehen aus homogener Oxyd-Keramik, die bei hoher Temperatur gesintert und daher sehr bruchempfindlich ist.

Im Fernsehempfänger wird der Heißleiter – und zwar ein scheibenförmiger Spezialtyp – oft zur Temperaturkompensation der Vertikal-Ablenkspulen verwendet. Erwärmen sich diese durch den Stromdurchgang, so tritt eine Widerstandserhöhung und damit eine Bildschrumpfung in vertikaler Richtung auf. Indem man den Heißleiter in Serie mit den beiden Ablenkspulen schaltet **(Bild 4.52 –4)** und organisch in die Ablenkeinheit einbaut, ist er denselben Temperaturänderungen ausgesetzt wie die Ablenkspulen. Erhöht sich deren Widerstand, so verringert sich also der Widerstand des Heißleiters, und das vorgeschriebene Bildformat bleibt erhalten.

In den Fernsehempfängern früherer Baujahre, etwa bis 1959/60, findet man den Heißleiter als selbständig regelnden Widerstand im Heizkreis der Röhren. Hier dient er zu deren Schutz, indem er durch seinen verhältnismäßig großen Kaltwiderstand den hohen Einschaltstrom abfängt. Seit das Anheizverhalten der Röhren harmonisch aufeinander abgestimmt ist, konnte man an dieser Stelle auf ihn verzichten.

Fehler treten an diesen Bauteilen äußerst selten auf, es sei denn, daß sie mechanisch beschädigt werden. Beim Auswechseln defekter Heißleiter ist stets derselbe Typ zu wählen. Man fordert ihn am besten unter genauer Angabe der Ersatzteilbezeichnung vom Gerätehersteller an.

4.527 Fehler an Fotowiderständen

Fotowiderstände, auch Fotoleiter genannt, sind lichtelektrische Bauelemente. Sie bedürfen im Gegensatz zu den Fotoelementen

einer äußeren Stromquelle und dienen in einigen FS-Empfängern dazu, die Grundhelligkeit des Schirmbildes von der jeweiligen Raumhelligkeit abhängig zu machen, so daß bei allen gegebenen Beleuchtungsverhältnissen der einmal eingestellte Kontrast erhalten bleibt (Raumlichtautomatik).

Beim Fotowiderstand spielen sich genau wie bei den Fotoelementen alle Vorgänge in einem Festkörper, und zwar einem Halbleiter, ab. Es sind fast ausschließlich Kadmiumsulfid-(CdS-)Widerstände in Gebrauch. Bei älteren FS-Geräten (der höheren Preisklassen) sah man einen solchen in Kleinstformat vor. Das System ist z. B. beim Valvo-Typ ORP 60 in einem zylindrischen Glaskörper von 15 mm Länge und 5 mm ϕ untergebracht.

Der Dunkelwiderstand eines Fotowiderstandes liegt in der Größenordnung von 10 MΩ und darüber. Aus diesem Grunde fließt auch selbst bei maximaler Speisespannung nur ein Dunkelstrom von etwa 1 µA. Aber schon bei verhältnismäßig schwacher Beleuchtung nimmt der Widerstandswert stark ab, und der durchfließende Strom steigt demgemäß stark an. Die Speisespannung darf bei den vorzugsweise verwendeten CdS-Fotowiderständen etwa 100 V oder auch bis zu 250 V betragen; die zulässige Belastbarkeit liegt in der Größenordnung einiger Milliwatt.

Ob ein Fotowiderstand funktionsfähig ist, kann man unter den gegebenen Betriebsbedingungen des Fernsehempfängers einfach dadurch nachweisen, daß man den Widerstand mit der Hand abschattet oder mit einer Taschenlampe belichtet. Verändert sich dann der Kontrast des Bildschirmes, so dürfte dieses Bauteil in Ordnung sein.

Auch am Fotowiderstand treten verhältnismäßig selten Fehler auf. Bei Ersatz ist gleichfalls stets derselbe Typ zu wählen.

4.53 Röhrenfehler und Röhrenprüfungen

Wie im Abschnitt 4.522 dargelegt, führen also vorwiegend Röhrenfehler zu Beanstandungen an Fernsehgeräten. Dabei kann die Röhre ganz ausfallen oder die Neigung haben, störende Effekte zu erzeugen.

Eine schnelle und auch sichere Prüfmethode, ob sich der Verdacht auf Röhrenfehler bestätigt, ist der einzelne probeweise Austausch der fraglichen Röhren gegen gleiche Typen. Auf die Notwendigkeit, für diese Fälle einen kompletten Prüfsatz bereitzuhaben, wurde schon unter 2.24 bei der Beschreibung des Werkstattinventars hingewiesen. Die statische Prüfung mit üblichen Röhrenprüfgeräten ermöglicht zwar Heizfadenbrüche, direkte Elektrodenschlüsse und starke Emissionsschwäche festzustellen, gibt jedoch keinen Aufschluß über die Funktionsfähigkeit in der vorliegenden Schaltung. Dies gilt insbesondere für die Synchronisier- und Ablenkschaltungen.

Zeigt sich nun bei dem erstgenannten Verfahren, daß der Austausch einer bestimmten Röhre gegen eine gleichartige (einwandfreie) Prüfröhre noch keinen Erfolg bringt, so ist die ursprüngliche Röhre wieder einzusetzen und die nächste der fragwürdigen Röhren probeweise auszutauschen. Arbeitet dann der Empfänger normal – sonst müßte man den geschilderten Vorgang fortsetzen –, so wählt man nicht gleich eine neue Röhre, sondern bestückt das Gerät noch einmal mit der alten. Es könnte nämlich sein, daß durch das Hantieren am Gerät und die damit verbundenen Erschütterungen ein ganz anderer Fehler, z. B. ein Wackelkontakt an der Röhrenfassung oder ein Schluß zwischen zwei Leitungen bzw. zwei Schaltelementen, beseitigt wurde. Genausogut kann auch beim Röhrenwechsel der Röhrenfehler selbst, besonders, wenn er nur zeitweise auftritt, wieder verschwunden sein. Gegen diese scheinbare Erledigung der Reklamation sichert man sich durch vorsichtiges Beklopfen der Röhre mit dem *Röhrenprüfhammer* (siehe Abschnitt 2.21). Auf solche Weise läßt sich im allgemeinen mit etwas Geduld der Fehler rekonstruieren; andernfalls ist eine Dauerprüfung notwendig, und zwar so lange, bis sich der Fehler wieder zeigt. Dabei sind die normalen Betriebsbedingungen einzuhalten, weil sie bei auftretenden Störungen

nicht ohne Bedeutung sind. Das Gerät ist bei geschlossener Rückwand in der Gebrauchslage zu betreiben.

Sitzt eine Röhre an einer schwer zugänglichen Stelle (das kommt mitunter beim Horizontalchassis vor), so ist ihr Herausziehen bekanntlich leichter als das Hineinstecken der Ersatzröhre, weil letzteres ohne Führung „blind" zu erfolgen hat. Man merkt sich daher die Lage der gezogenen Röhre in der Hand und ergreift den Ersatztyp so, daß die Sockelstifte in gleicher Richtung liegen. Mit diesem Trick läßt sich die Röhre dann mühelos wieder in die richtige Fassung einsetzen.

Wenn man sich für eine neue Röhre entscheiden mußte, sollte man sich nicht damit begnügen, daß nun der Fernsehempfänger allgemein wieder arbeitet, sondern sein besonderes Augenmerk auf die Stufe richten, die mit der Röhre bestückt wurde.

So kann z. B. ein Röhrenwechsel im Hf- oder Zf-Teil des Empfängers unter Umständen die Übertragungseigenschaften beeinträchtigen. Der Hf- oder Zf-Teil müßte also nachgeglichen werden. Weiterhin kann auch das Auswechseln von Röhren im Komplex der Abstimmautomatik vor Beurteilung der Funktionsfähigkeit der Röhren ein Nachstimmen erforderlich machen. Ferner ist der Röhrenersatz in den Horizontal- und Vertikal-Kippstufen meist mit der Neueinstellung verschiedener Justierorgane zu verknüpfen.

Man sieht aus diesen Beispielen, wie notwendig es ist, sich bei einem Röhrenwechsel nach der Fabrikanweisung zu richten.

Welche Röhrenfehler lassen sich nun durch die Austauschmethode feststellen?

a) Zeitweilige Elektrodenschlüsse, z. B. zwischen Heizfaden und Katode
b) Verminderte Emission
c) Veränderte technologische Eigenschaften

zu *a)*

Zeitweilige Elektrodenschlüsse sind häufig — wie direkte Elektrodenschlüsse — mit Folgeerscheinungen verbunden, z. B. einer thermischen Überlastung (Verbrennen von Widerständen). Bei Hf-, Zf- und Videoröhren kann ein zeitweiliger Heizfaden/Katodenschluß auch zu einem „verbrummten Bild" führen.

Der gleiche Fehler bei Bildröhren läßt für bestimmte Zeiträume die Helligkeits-, gegebenenfalls auch die Kontrastregelung des Empfängers ausfallen. Ein direkter Elektrodenschluß bei einer Röhre hat dagegen stets ein völliges Versagen der entsprechenden Stufe zur Folge.

zu *b)*

Schwache Röhren, d. h. solche mit verminderter Emission, können je nach Grad der noch vorhandenen Leistungsfähigkeit in den Ablenkstufen Synchronisationsstörungen, Amplitudenschwund oder auch Geometriefehler hervorrufen. In den Verstärkerstufen lassen sich diese Röhren nicht ohne weiteres erkennen, da man einen kleinen Verstärkungsverlust durch geringes Aufdrehen des Kontraststellers kompensiert, ohne über die Ursache der Kontrastminderung weiter nachzudenken. Eine emissionsschwache Oszillatorröhre kann übrigens in den unteren Fernsehkanälen (Bereich I) einwandfrei arbeiten, wogegen sie in den oberen Fernsehkanälen (Bereich III) versagt.

zu *c)*

Röhren mit veränderten technologischen Eigenschaften vermögen folgende Effekte hervorrufen:

Synchronisationsstörungen
(Bauchtanz, zeitweiliges horizontales Verschieben der oberen Zeilen, vertikales Zittern des Bildes)

Barkhausen/Kurz-Schwingungen
(Vertikale schwarze Streifen im Mittelfeld des Bildschirmes, die sich mit der Feinabstimmung des Gerätes verändern)

Akustische Erscheinungen
(Mikrofonie, Klingen, Pfeifen und Knattern)

Zusätzliche Beanstandungsgründe an Röhren finden wir im Fernsehempfänger bei der Bildröhre:

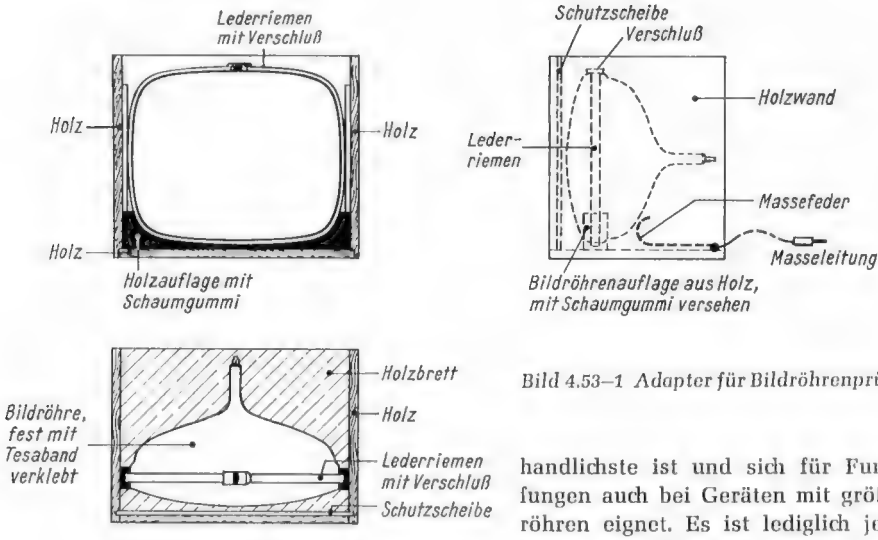


Bild 4.53–1 Adapter für Bildröhrenprüfung

1. Anodenstrom (Emission) zu schwach
Der Katodenstrom bzw. der Strahlstrom reicht nicht aus, um ein genügend helles Bild zu erzeugen.

2. Helligkeit zu gering oder flächenmäßige Helligkeitsunterschiede
Die normale Helligkeit ist auch bei ausreichendem Anodenstrom nicht vorhanden.

3. Streulicht (hervorgerufen durch Streuelektronen)
Die Bezeichnung Streulicht besagt, daß bei dunkelgesteuerter Röhre auf dem Schirm dauernd oder intermittierend Lichtpunkte oder Lichtflecke auftreten.

4. Ausblendung
Diese Fehlerbezeichnung trifft zu, wenn sich der Schirm (bei Bildröhren mit Ionenfalle trotz Nachstellen derselben) in den Rasterecken nicht voll ausleuchten läßt.

Auch zur Prüfung von Bildröhren sollte man *Austauschröhren* verwenden. Nur wird man hier den Wechsel nicht innerhalb des Gerätes vollziehen, sondern sich eines *Adapters* bedienen. **Bild 4.53–1** zeigt einen solchen, der – mit einfachsten Mitteln aufgebaut – eine universelle Verwendung zuläßt. Er wurde für Bildröhren mit 43 cm Schirmdiagonale bemessen, weil dieses Format das handlichste ist und sich für Funktionsprüfungen auch bei Geräten mit größeren Bildröhren eignet. Es ist lediglich jeweils eine Röhre mit gleichartiger Fokussierung zu wählen. Drei Sperrholzplatten, die laut Skizze miteinander verschraubt oder verleimt werden, bilden zusammen mit einer normalen Schutzscheibe das Grundgestell. Eine mit Schaumgummi gepolsterte Holzauflage auf dem Grundbrett sowie ein Lederriemen mit leicht zu bedienender Spannvorrichtung (z. B. Kofferverschluß) gestatten das schnelle Auswechseln von zwei für diese Prüfzwecke vorgesehenen Bildröhren. In der Regel genügen heute für sämtliche Prüfungen:

eine 90°-Bildröhre
mit statischer Fokussierung, AW 43–80,

eine 110°-Bildröhre
mit statischer Fokussierung, AW 43–88.

Um den Sicherheitsvorschriften zu entsprechen, sind die Kolben dieser Röhren mit festem Tesaband dicht und überlappend zu überkleben. Es bleiben lediglich zwei kleine offene Stellen für den federnden Masse- und den Hochspannungsanschluß. Bei Nichtgebrauch wird man die Bildröhren natürlich im Karton aufbewahren.

Zur Prüfung versieht man den Adapter mit der entsprechenden Bildröhre und stellt ihn dann unmittelbar neben das zu untersuchende Fernsehgerät. Nachdem dessen Bildröhre in üblicher Weise entladen wor-

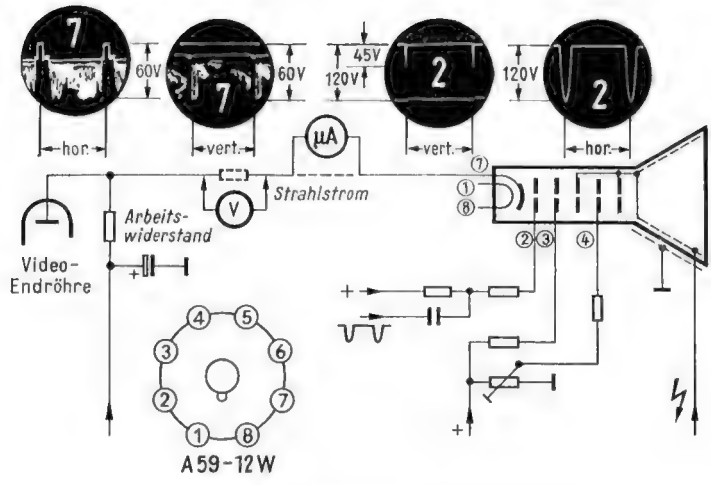


Bild 4.54–1 Messungen an der Bildröhre

den ist, entfernt man zunächst den Hochspannungsanschluß, alsdann die Fassung vom Bildröhrensockel. Anschließend wird von der im Fernsehgerät befindlichen Bildröhre die komplette Ablenkeinheit (gegebenenfalls auch der Ionenfallen- und der Zentriermagnet) abgezogen und auf den Kolben der Adapterröhre geschoben. Nun erfolgen die Verbindungen mit der Adapterröhre einschließlich Masseverbindung.

Für den Ausnahmefall, daß die gerätesseitigen Leitungen zu kurz sind, bedient man sich entsprechender Verlängerungsleitungen mit Kupplungen und Steckern. Diese Leitungen sollen aber nicht übertrieben lang sein, da durch zusätzliche Spannungsverluste und Kapazitätsvergrößerungen die Bildgüte beeinträchtigt werden könnte.

Es werden für alle vorkommenden Fälle lediglich vier Verlängerungen benötigt:

1. für den Sockelanschluß einer 90°-Bildröhre (Duodekalsockel),
2. für den Sockelanschluß einer 110°-Bildröhre (Spezialsockel),
3. für den Hochspannungsanschluß,
4. für den Anschluß der Ablenkeinheit.

Da Position 4 in der Ausführung variiert, nimmt man am besten ein gutes mehradriges Kabel, das an beiden Enden mit isolierten, in der Farbe korrespondierenden Abgreifklemmen versehen wird. Natürlich muß gerade diese Verbindung sehr zuverlässig sein, weil bei Unterbrechungen der Elektronenstrahl leicht Einbrennfehler auf dem Bildschirm verursachen kann.

Die Prüfung selbst bereitet jetzt keine Schwierigkeiten. Bestätigt sich der Verdacht, daß die im Fernsehgerät eingebaute Bildröhre defekt ist, so nimmt man in bekannter Weise den Austausch gegen eine neue Röhre vor (siehe Abschnitt 4.73). Zeigt es sich, daß auch die Adapterröhre nicht arbeitet, so muß – von dem Ausnahmefall ihres Defektes abgesehen – der Fehler im Gerät liegen. Man hat dann den Zeitaufwand für den Aus- und Wiedereinbau der im Gerät befindlichen Röhre gespart und zugleich den wirklichen Fehlerort lokalisiert.

4.54 Messungen an der Bildröhre

Der Betrieb der Bildröhre ist nur möglich, wenn der Fernsehempfänger – vom Tonteil abgesehen – vollständig funktionsfähig ist. Bei genauer Beobachtung des Bildschirmes lassen sich daher Rückschlüsse auf einen evtl. vorhandenen Gerätefehler ziehen – eine Erkenntnis, auf der unser Fehlerortungssystem (4.4) aufgebaut ist. Durch die

Messung der Bildröhren-Betriebswerte kann nun die optische Fehlerortung bestätigt werden.

In **Bild 4.54–1** ist eine der heute üblichen Schaltungen der Bildröhre vereinfacht dargestellt. Nach dieser wollen wir die Betriebswerte an den einzelnen – mit den Ziffern ②, ③, ④ und ⑦ bezeichneten – Elektroden messen bzw. kontrollieren (siehe zugehörige Sockelschaltung und Tabelle 1.3–III im Anhang). Der Hochspannungsanschluß ist mit einem Pfeil ↯ gekennzeichnet.

Katode

An der Katode ⑦ können zwei Meßwerte interessieren:

a) *der Strahlstrom*, der mit einem Mikroamperemeter in der Katodenzuleitung gemessen wird, bzw. mit einem Voltmeter, falls in der Zuleitung zur Bildröhre ein dafür geeigneter Widerstand von ca. 1 kΩ vorhanden ist.

Bei Geräten ohne Strahlstrombegrenzung sind hier Werte zwischen 0 und mehr als 500 µA feststellbar. Geräte mit Strahlstrombegrenzung lassen einen höchsteinstellbaren Wert von ca. 350 µA zu. Dabei ist es wichtig zu wissen, daß bei einem Bild normaler Helligkeit ca. 100 ... 200 µA Katodenstrom fließen.

b) *die Größe und Form der Steuerspannung (Videosignal)*, die mit dem Oszillografen an der Katode festgestellt wird.

Aus der Größe des Videosignals können wir entnehmen, ob die Verstärkung des Empfängers bei voll aufgedrehtem Kontrasteinsteller in Ordnung ist. Je nach Empfänger schwanken die maximalen Spannungen zwischen 45 und 100 V_{ss}, gemessen bei einer Antenneneingangsspannung von 100 µV an 60 Ω.

Die Form des Videosignals sagt aus, ob ein Brumm auf dem Bildschirm durch fehlerhaftes Arbeiten der Hf-, Zf- oder Videostufe hervorgerufen wird (hierbei Vertikal-Oszillogramm überprüfen) oder ob ein Synchronisierfehler vorliegen kann (durch Betrachten des Horizontal-Oszillogramms die richtige Größe des Synchronimpulses überprüfen, und ggf. den Synchronisierzustand – falls der Bildschirm keine Helligkeit zeigt – durch externe Triggerung des Oszillografen mit den Zeilenrücklaufimpulsen des Empfängers feststellen).

Steuergitter (Wehnelt)

Am Steuergitter ② werden wir mit einem hochohmigen Instrument je nach Schaltungsart der Bildröhre und je nach Einstellung des Helligkeitseinstellers (gegebenenfalls auch der des Kontrasteinstellers) eine positive Gleichspannung zwischen etwa 10 und 150 V messen können. Weiterhin können wir am Steuergitter den zur Dunkeltastung verwendeten negativen Bild-Rücklaufimpuls – evtl. zusammen mit dem negativen Zeilen-Rücklaufimpuls – oszillografieren. Für die richtige Größe dieser Impulse lassen sich keine allgemeingültigen Spannungswerte angeben, sie schwanken je nach Gerätekonzeption. Wir sollten nur beachten, daß bei ungenügender Zeilenrücklauf-Dunkeltastung ein Teil des Rücklaufs in den Bildinhalt fällt; das Bild ist dann an der linken Seite aufgehellt (Bild auf Seite 231 oben). Diese Aufhellung stellte man verschiedentlich bei Geräten der 110°-Technik fest, da man bei ihnen die Rücklaufzeit – bedingt durch eine Leistungseinsparung in der Zeilen-Endstufe – mit ca. 21 % der Zeilendauer bemißt, während die vorgegebene Austastzeit vom Sender 18 % beträgt.

Eine mangelhafte Bildrücklauf-Dunkeltastung verursacht auf dem Bildschirm helle, schrägverlaufende Streifen, die sich besonders bei weit aufgedrehtem Helligkeitssteller des Empfängers bemerkbar machen (siehe Abschnitt 4.46, unterstes Bild auf Seite 229).

Schirmgitter (Beschleunigungselektrode)

Das Schirmgitter ③ soll eine positive Gleichspannung von ca. 600 V aufweisen. Diese verhältnismäßig hohe Spannung wird von der Boosterspannung der Zeilen-Endstufe abgeleitet.

Mitunter findet man Schaltungen, bei denen am Schirmgitter die Rücklauf-Dunkel-

tastung der Zeile oder auch des Bildes bzw. von Zeile und Bild vorgenommen wird. Hier gilt dann das unter „Steuergitter" Gesagte, jedoch mit der Forderung, daß die Spitzenspannung der Impulse weit größer sein muß.

Fokussierungselektrode

Für die Fokkusierungselektrode ④ läßt sich ebenfalls kein fester Spannungswert angeben. Er kann durch einen festen oder drehbaren Spannungsteiler zwischen 0 V und dem Wert der Schirmgitterspannung eingestellt sein. Grundsätzlich wird der Spannungswert so gewählt, daß sich für einen Strahlstrom von 100 µA die günstigste Allgemeinschärfe ergibt.

Anode

Den Meßwerten der Anodenspannung legt man üblicherweise einen Strahlstrom von 100 µA zugrunde, so wie er bei einem mittelhellen Bild entsteht. Je nach Typ der Bildröhre schwanken dann die Meßwerte der Anodenspannung zwischen 12 und 18 kV. Diese Hochspannung mißt man am besten mit einem elektronischen Voltmeter in Verbindung mit einem Hochspanungstastkopf (2.43). Stehen solche Geräte nicht zur Verfügung, so kann man auch ein entsprechend hochohmiges Vielfach-Meßinstrument und einen eigens dafür gefertigten Vorwiderstand verwenden. Die Messung darf aber nur kurzzeitig erfolgen, da sich sonst der Vorwiderstand erwärmt und so eine Fälschung des Meßergebnisses eintritt.

Die behelfsmäßige Methode, durch Funkenziehen die Größe der Hochspannung abzuschätzen, ist zwar recht einfach, aber doch eben nur eine Funktionsprüfung. *Außerdem gefährdet man damit die Verbindung des Hochspannungsanschlusses mit dem Anodenbelag der Bildröhre.*

4.55 Prüfung und Handhabung von Halbleitern

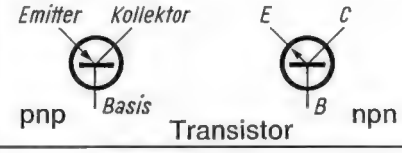
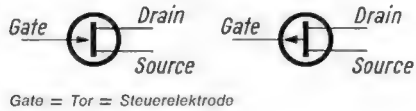
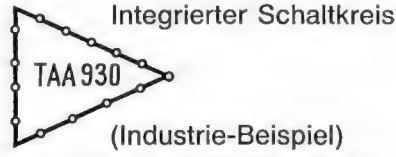
Die Anzahl der in Fernsehempfängern verwendeten Halbleiter hat sich im Laufe der letzten Baujahre erheblich vergrößert. Einmal werden die Verstärkerröhren immer mehr durch Transistoren ersetzt, andererseits ist die Röhren-(Vakuum-)diode fast vollständig durch die Halbleiterdiode verdrängt worden. Darüber hinaus erfüllen beide Halbleiterbauelemente neue zusätzliche Aufgaben, zum Beispiel die eines elektronischen Schalters.

In Farbfernsehempfängern werden besonders viel Dioden verwendet, so daß die Gesamtzahl der Halbleiter in einzelnen solcher Geräte auf über 100 anstieg. Bei einem so hohen Anteil dieser Bauelemente in der Bestückung eines Fernsehgerätes kann es natürlich schon einmal vorkommen, daß der eine oder andere Halbleiter seine Funktion unter Umständen nicht mehr erfüllt. Es ist deshalb wichtig zu wissen, wie Halbleiter im Prinzip und in der Schaltung arbeiten, welche Halbleiter es gibt, wo sie sich im Empfänger befinden und wie sie zu prüfen und zu handhaben sind.

Außer der Einteilung in die großen Gruppen Dioden und Transistoren können wir die Halbleiter nach dem verwendeten Werkstoff (Germanium, Silizium, Selen), der Art des Aufbaus und des Herstellungsverfahrens (Spitzendioden, Planartransistoren u. a. m.), der Zonenfolge (pnp, npn) und nach Anwendungsgebieten gliedern.

In diesem Zusammenhang sei noch die integrierte Schaltung (IS) erwähnt, die einen neuen Weg zur Realisierung vollständiger Funktionseinheiten aufzeigt. Im Gegensatz zu konventionellen Schaltungen aus einzelnen „greifbaren" und lötfähigen Bauelementen sind die aktiven und passiven „Bauelemente" integrierter Schaltungen nicht einzeln (diskret) vorhanden, sondern auf einem Silizium-Kristall von sehr kleinen Abmessungen unlösbar voneinander aufgebracht. Dabei geht es überwiegend um Transistoren, Dioden und Widerstände. Induktivitäten werden nicht integriert und Kapazitäten nur in der Größe bis zu etwa 10 pF. Zugehörige Spulen und Kondensatoren werden deshalb außerhalb der IS untergebracht. Eine in verschiedenen Fernsehgeräten verwendete IS für einen Ton-Zf-Verstärker mit Demodu-

Tabelle 4.55–I. Symbolische Darstellungen der häufigsten Halbleiter

Dioden	Transistoren
Halbleiterdiode, Halbleitergleichrichter, Trockengleichrichter	
Kapazitäts-(Variations-)Diode	 Gate = Tor = Steuerelektrode Drain ≙ Zugelektrode Source ≙ Quelle
Begrenzerdiode, Z-Diode, Stabilisierungsdiode	Feldeffekttransistor (FET)
Thyristor	

lator hat die Abmessungen von nur 2 mm x 6 mm x 20 mm. Solch ein Baustein enthält 19 Transistoren, 6 Dioden und 15 Widerstände, also allein in dieser Einheit mehr Bauelemente als sie eine herkömmliche vollständige Funktionsgruppe umfaßt. Dies aber ist für integrierte Schaltungen typisch, weil man sich nicht damit begnügt, bestehende Schaltungskonzepte zu integrieren, sondern völlig neue Schaltungskonzepte zu praktizieren. Es gibt speziell für Farbfernsehgeräte schon mehrere derartige Bausteine, und man wird in dieser Richtung noch manche Ergänzung und manchen Fortschritt erwarten dürfen.

Die Vorteile der IS sind außer dem kleinen Volumen die große Zuverlässigkeit, weil an der Funktionsgruppe nur noch einige äußere Lötstellen vorhanden sind. Ferner erspart man sich Schalt- und Abgleicharbeiten. Im Servicefall ist die Funktion einer IS vor einem etwa notwendigen Austausch leicht zu prüfen.

Tabelle 4.55–I zeigt als Hilfe für das Schaltunglesen die symbolische Darstellung der uns am meisten interessierenden Halbleiter. **Tabelle 4.55–II** gibt Aufschluß über die wichtigsten Bezeichnungssysteme der Halbleiter.

Tabelle 4.55–II. Bezeichnungssysteme für Halbleiter

I. Europäischer Halbleiterschlüssel (Pro-Elektron-Schlüssel)

Erster Buchstabe	Zweiter Buchstabe	Dritter Buchstabe	Laufzahl
Halbleitermaterial	Wichtigste Anwendung bei FS-Geräten	Kennzeichen für kommerzielle Typen	Laufende Numerierung
A Germanium (alte Bezeichnung: O) B Silizium	A Diode, allgemein B Kapazitäts-Variations-Diode C Nf-Transistor D Nf-Leistungstransistor F Hf-Transistor R Vierschicht-Diode S Schalttransistor T steuerbarer Leistungsgleichrichter (Thyristor) U Leistungs-Schalttransistor Y Leistungsdiode (Gleichrichter) Z Z-, Referenzdiode	Buchstaben am Ende des Alphabets, also V, W, X, Y, Z	Halbleiterbauelemente für den Unterhaltungssektor haben eine dreistellige Laufzahl (100 . . . 999) Halbleiterbauelemente für kommerzielle Anwendungen haben z. Zt. eine zweistellige Laufzahl

R bedeutet auch Thyristor kleinerer Leistung

Die Laufzahl hat keine technische Bedeutung. Hinter der Laufzahl werden – durch einen Schrägstrich getrennt – manchmal noch Buchstaben und/oder Zahlen genannt, die auf besondere Eigenschaften oder Ausführungen des Halbleiters hinweisen.

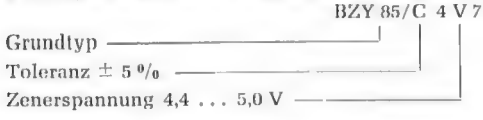
Solche Anwendungshinweise sind zum Beispiel:

A, B oder C . . . Typ mit unterschiedlicher Stromverstärkung
P . . . . . Pärchen, z. B. 2 x AA 112 P.
K . . . . . Gehäuseausführung mit Kühlklotz

Bei Z-Dioden bedeutet entsprechend der internationalen Normreihe E 12 bzw. E 24
C . . . Toleranz ± 5 % D . . . Toleranz ± 10 %.

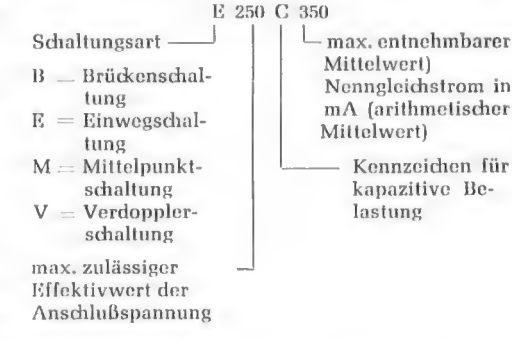
Auf diesen Kennbuchstaben folgt die Angabe der mittleren Z-Spannung. Bei Werten, die zwischen zwei ganzen Zahlen liegen, wird anstelle des Kommas ein V gesetzt.

Als Beispiel diene hier eine Z-Diode in der Konvergenzstufe eines Farbfernsehempfängers



II. Bezeichnungsschlüssel nach DIN 41 762

Für Gleichrichtertypen mit Normbezeichnungen nach DIN 41 762 sei folgendes Beispiel aufgeführt



Über diese Bezeichnungen hinaus sind auf dem Gleichrichter u. a. Angaben, wie z. B. Gehäuseform, Prüfspannung und (vorweg) die Bestellbezeichnung, aufgestempelt. Bei Siliziumgleichrichtern steht am Ende der Bezeichnungen das Kürzel Si.

Tabelle 4.55–II. Bezeichnungssysteme für Halbleiter (Fortsetzung)

III. Amerikanischer Halbleiterschlüssel
nach JEDEC
(Joint Electron Devise Engineering Council)

Dioden, Gleichrichter usw.
Halbleiter mit zwei Anschlüssen
Bezeichnung 1N . . .

Transistor-Trioden,
steuerbare Gleichrichter usw.
Halbleiter mit drei Anschlüssen
Bezeichnung 2N . . .

Die nachfolgenden Ziffern dienen der laufenden Kennzeichnung.

Hier sei erwähnt, daß Halbleiter nach diesem Schlüssel auch von europäischen Herstellern geliefert werden, wie umgekehrt amerikanische Hersteller Halbleiter nach dem europäischen Schlüssel auf den Markt bringen.

IV. Ältere Typenbezeichnungen

Im Fernseh-Service begegnet man mitunter noch Halbleitern mit den Kennzeichnungen älterer, vorausgegangener Typenschlüssel, z. B.:

OA	. . . Dioden
OAZ	. . . Z-Dioden
OC	. . . Transistoren
OD	. . . Endstufen-Transistoren
OY	. . . Gleichrichter
RL	. . . Richtleiter, Spitzendioden
S	. . . Silizium-Dioden
TF	. . . Flächentransistoren
Z	. . . Z-Dioden

Wer wissen möchte, welche dieser Typen mit neueren äquivalent sind oder auf Grund der technischen Daten wenigstens einigermaßen übereinstimmen, sei auf die in Fachbüchern, Katalogwerken und Firmenschriften erscheinenden Vergleichstabellen hingewiesen. Dabei verdient erwähnt zu werden, daß verschiedene ältere Typen oft durch einen einzigen neuen Typ ersetzt werden können. Andererseits zeigt aber die Erfahrung, daß im Gegensatz zu Röhren manche Transistoren selbst des gleichen genormten Typs, jedoch von verschiedenen Herstellern gefertigt, nur bedingt untereinander austauschbar sind, weil die technologischen Einflüsse auf die Datenstreuungen von Fabrik zu Fabrik andersartig sind.

Zu diesen erschwerenden Umständen kommt die Feststellung, daß auf dem internationalen Markt unzählige Typen früherer und heutiger Fertigung angeboten werden, die sich einer gemeinsamen Standardisierung entziehen. Man wird sich daher in solchen Fällen wegen Ersatzlieferungen grundsätzlich an den Gerätehersteller wenden müssen.

Für Ersatzbestückungen gilt noch allgemein, daß Halbleiter, die in bestimmten Schaltungsgruppen paarweise, in einem Quartett oder in einem Terzett zusammenarbeiten, beim Ausfall schon eines einzelnen Elementes satzweise zu wechseln sind.

Gehäusewerkstoff, Gehäuseform

Als Werkstoff für die Halbleitergehäuse dient in zunehmendem Maße Metall. Vielfach wird auch Kunststoff verwendet, Glas findet man nur bei Dioden.

Die Gehäuseform ist (leider) nach verschiedenen Formen festgelegt, wovon die in den USA nach JEDEC (Joint Electron Device Engineering Council) eingeführten DO- und TO-Systeme, denen sich auch die DIN anpaßt, offenbar in weitem Maße bevorzugt werden.

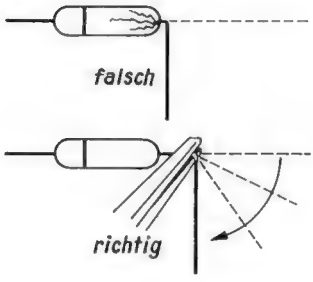
Hersteller und/oder Lieferanten von Halbleiterbauelementen sind unter anderen:

AEG-Telefunken, Heilbronn
Deutsche ITT Industrie GmbH (Intermetall), Freiburg
Motorola (USA), Wiesbaden
Nortron, Nürnberg
RCA (USA), (Deutsche Vertretung Neye), Quickborn b. Hamburg
Sescosem (früher Ditratherm), München
SGS-Deutschland (It.) (früher SGS-Fairchild), Wasserburg/Inn
Siemens, München
Texas-Instruments, Freising b. München
Valvo, Hamburg

Auswechseln von Halbleitern

Der Aus- und Einbau von Halbleitern erfordert große Umsicht. So dürfen wir die Anschlußdrähte des Halbleiters nicht unmittelbar am Gehäuseboden abbiegen, weil er dabei mechanisch zu stark beansprucht und als Folge davon beschädigt werden könnte **(Bild 4.55–1).**

Zum Auswechseln von Halbleitern auf Druckschaltungen sollten wir, in etwa 3 mm



Links: Bild 4.55–1 Behandlung der Anschlußdrähte einer Halbleiterdiode

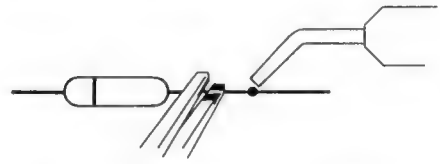


Bild 4.55–2 Lötvorgang an der Halbleiterdiode

Abstand von der Druckplatte entfernt, den Halbleiter an seinen Anschlußdrähten abkneifen und an die verbleibenden, gut zu verzinnenden Drähte die auf etwa 12 ... 15 mm gekürzten Drahtenden des Ersatzstükkes anlöten. Ist aus Hf-Gründen ein kürzerer Abstand geboten, so sind die Drahtenden mit einer Flachzange oder breiten Pinzette zur Wärmeleitung festzuhalten **(Bild 4.55–2)**. Dies gilt insbesondere für Germanium-Halbleiter, weil diese mit ihrer Sperrschichttemperatur von max. 75 °C bei Lötarbeiten sehr gefährdet sind.

Keineswegs ist ein Lötkolben mit vorschriftsmäßigem Schutzkontakt durch einen Eingriff in den Stecker davon zu befreien, weil bei Außenarbeiten ohne Verwendung eines Trenntransistors der geerdete Lötkolben zur Gefahrenquelle werden könnte, wenn das Fernsehchassis am Gegenpol des Netzes liegt. Das Fernsehgerät ist – auch bei Außenarbeiten – über einen Trenntransformator zu betreiben; es ist zumindest durch entsprechende Polung gefahrlos zu machen, und der Lötkolben muß vorschriftsmäßig geerdet sein, damit es zu keinem Elektrounfall kommt. Da nun auch beim Gebrauch eines geerdeten Lötkolbens noch Spannungsdifferenzen zwischen Kolben und Gerätechassis auftreten können, die den Halbleiter u. U. beschädigen, ist es schließlich am besten, das Gerät, in das der Halbleiter eingelötet werden soll, und den Lötkolben während der Dauer des Lötens zum Beispiel durch Ziehen der Netzstecker stromlos zu machen. Bei umfangreichen Lötarbeiten in Schaltungsgruppen mit Dioden und Transistoren verwendet man *nur Niederspannungs-Lötkolben!* Schlecht isolierte Lötkolben haben schon manchen Halbleiter unbrauchbar gemacht, oft in einer Kettenreaktion gleich mehrere davon.

Hier sei noch ein weiterer Hinweis gegeben. An den vom Chassis isolierten Metallgehäusen der Endtransistoren liegt meist die Kollektorspannung, so daß (z. B. versehentlich mit einem Schraubenzieher) der betreffende Transistor zerstört werden kann. Beim Auswechseln solcher Transistoren ist auf peinlichste Sauberkeit zwischen der Glimmerscheibe und den Kühlplatten zu achten, da selbst kleine Fremdkörper, z. B. Metallspäne, die Glimmerscheibe durchdrücken und somit einen Kurzschluß verursachen können. Ein Schluß an dieser Stelle kann unter Umständen weitere Bauelemente gefährden.

4.551 Arten und Prüfungen von Halbleiterdioden

Unter Halbleiterdiode versteht man nach DIN 41 853 (Ausgabe Nov. 1967) ganz allgemein ein Halbleiterbauelement mit zwei Anschlüssen, das eine asymmetrische Strom/Spannungskennlinie besitzt. Man unterscheidet dabei zwischen *Gleichrichterdioden für die Energietechnik* (Flächengleichrichter), die zum Umformen von Wechsel- in Gleichstrom, beispielsweise für die Lieferung der Betriebsspannungen im netzgespeisten Fernsehempfänger verwendet werden, und den *Signal- und Gleichrichterdioden für die Nachrichtentechnik*, die man zum Verarbeiten oder Umwandeln von Nachrichten und zur Gleichrichtung für „Meßzwecke", also im

übertragenen Sinne für kleine und kleinste Leistungen, benutzt.

Als Halbleiterwerkstoffe dienen Selen (Se), früher auch Kupferoxydul, Silizium (Si) und Germanium (Ge).

Selengleichrichter der verschiedensten Größen und Bauformen, wie Kleinst- (Zwerg-), Klein-, Kleinblock-, Flach- und Stabgleichrichter, jeweils mit einem Bezeichnungsschlüssel nach DIN 41 762, z. B. E 50 C 5, B 30 C 600, findet man sowohl in älteren Empfängern als auch noch in Geräten des Baujahres 1968, allerdings weniger im Netzteil als in Ablenk- und in Hilfsstufen.

Für Diskriminatoren zur automatischen Frequenznachstimmung von Zeilen-Ablenkgeneratoren wurden zunächst Selengleichrichter in Form von Einzeldioden verwendet. Dann kamen Doppeldioden auf, bei denen die Dioden mit sehr hohen Sperrwiderständen ein gemeinsames Kunststoffgehäuse haben, z. B. die V 40 C 2 mit in Serie geschalteten Dioden und die M 80 C 4 mit gegeneinander geschalteten Dioden.

Verbreitete Sonderausführungen sind Selen-Hochohmdioden (z. B. E 20 C 3, M 80 C 4), Selen-Hochspannungsstabgleichrichter (z. B. TV 6,5) und Selen-Stabilisatoren (z. B. 0,7 St 60).

Siliziumgleichrichter, ebenfalls in verschiedenen Größen und Bauformen, mit den alten Bezeichnungen (OY 101, 241, 242, 1011 ...) und neuerdings mit den Benennungen nach dem Europäischen Halbleiterschlüssel (z. B. BY 100, 103, 104, 112, 113, 116, 127, 242 und 250), sind zahlreich sowohl im Netzteil als auch in anderen Schaltungsgruppen, z. B. als Boosterdiode (BY 167) in Zeilen-Endstufen, vertreten. Sie zeichnen sich durch einen niedrigen Innenwiderstand und verhältnismäßig kleine Abmessungen aus. Zu diesen Einweggleichrichtern kommen bei transistorisierten Fernsehempfängern Brükkengleichrichter für Niederspannungen mit Kennzeichnung nach DIN 41 762, z. B. der Typ B 30 C 2200 Si.

(Silizium-)Thyristoren sind – in bezug auf Durchlaß und Sperren – steuerbare Siliziumgleichrichter, die man verschiedentlich zum Gleichrichten und Stabilisieren der Betriebsspannungen im Stromversorgungsteil verwendet (Typenbezeichnung z. B. T6 N500).

Silizium-Z-Dioden, früher Zener-Dioden genannt, dienen zum Stabilisieren bestimmter Spannungen; sie werden nach der Herstellung unter dem Gesichtspunkt geeigneter Durchbruchs-(Z)-Spannungen sortiert (Typenbezeichnungen siehe Anmerkung zum Europäischen Halbleiterschlüssel).

Silizium-Signal- und Gleichrichterdioden gibt es für universelle Einsätze (sogenannte Allzweckdioden, wie z. B. die Miniaturausführung BA 127, und für Spezialzwecke, z. B. als UHF-Umschalter für Tuner (BA 136) oder als Antennenschutzdiode (BA 136).

Silizium-Kapazitätsdioden benutzt man für Nach- und Abstimmzwecke, z. B. die BB 105 A, B oder G, je nach Diodenkapazität.

Germanium-Spitzendioden, darunter solche in Miniaturausführung, gibt es gleichfalls für universelle und für spezielle Zwekke. Sie werden – bedingt durch die quadratische Kennlinie – vielfach als Signalgleichrichter verwendet (Demodulator, Ratiodetektor, Diskriminator usw.).

Die technischen Angaben über eine Halbleiterdiode umfassen mit der Nennung des Verwendungszweckes die Grenzdaten (absolute Maximalwerte), die statischen und dynamischen Kenndaten sowie Kennlinien bzw. Kennlinienscharen. Diese Angaben kann man den Hand- oder Taschenbüchern der einzelnen Hersteller entnehmen und einige der Daten im Bedarfsfall (unter Benutzung dafür geeigneter Halbleiterprüfgeräte) nachmessen. Im allgemeinen interessiert den Servicetechniker beim Verdacht eines Fehlers aber nur, ob die Diode für den gedachten Verwendungszweck noch funktionsfähig ist. Dazu gehört grundsätzlich die Feststellung, ob sie in der einen Richtung den Strom durchläßt und in der anderen (praktisch) sperrt. Einen guten Anhaltspunkt hierfür bietet der Durchlaßwiderstand R_F (F = forward = vorwärts) und der Sperrwiderstand R_R (R = retard = rückwärts).

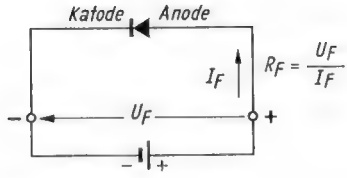


Bild 4.55–3
Definition des Durchlaßwiderstandes R_F

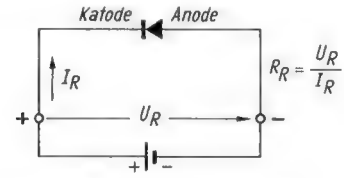


Bild 4.55–4
Definition des Sperrwiderstandes R_R

Der Durchlaßwiderstand R_F ergibt sich aus der in Durchlaßrichtung angelegten Gleichspannung U_F und dem dabei fließenden Strom I_F in der herkömmlichen Betrachtungsart vom Plus- zum Minuspol der Spannungsquelle – siehe **Bild 4.55–3.**

Der Sperrwiderstand R_R ergibt sich aus der in Sperrichtung angelegten Gleichspannung U_R und dem dabei fließenden Strom I_R – siehe **Bild 4.55–4.** Sein Wert ist stets um einige Zehnerpotenzen größer als in Durchlaßrichtung (siehe untere Tabelle).

Genauere Werte müßte man nach den Spannungs- und Stromangaben in Durchlaß- und Sperrichtung errechnen, die man den einzelnen Datenblättern und Handbüchern der Hersteller aus Tabellen und Kennlinien entnehmen kann. Dabei ist unter Berücksichtigung einer bestimmten Umgebungstemperatur (z. B. 25 °C) zwischen Mittel- und Streuwerten zu unterscheiden.

Wie sehr sich der Widerstand einer Diode als Funktion der angelegten Spannung ändert, zeigt für einen bestimmten Diodentyp **Bild 4.55–5.** Er ist bei + 1 V relativ klein, steigt mit absinkender positiver Spannung steil an und erreicht im Sperrbereich bei geringer negativer Spannung seinen

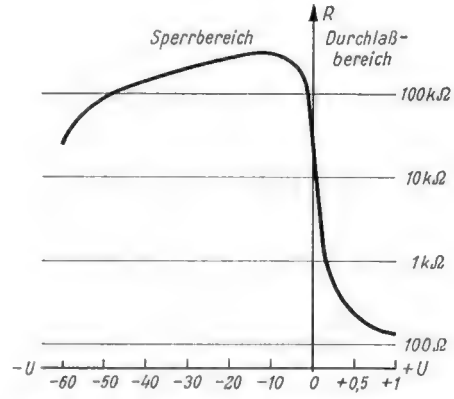


Bild 4.55–5 Widerstand als Funktion der Diodenspannung

Höchstwert. Mit höherer negativer Spannung nimmt der Widerstand zunächst langsam, dann schneller ab.

Zum schnellen Vergleichen des Durchgangs- und des Sperrwiderstandes einer einzelnen oder aus der Schaltung einseitig abgelöteten Diode mit den vorgenannten Tabellenwerten dient ein Ohmmeter oder Vielfach-Meßinstrument mit eingebauter 1,5-V-Batterie. Dabei ist die Polung sowohl der Diode als auch der Meßbatterie zu beachten.

Richtwerte der Durchlaß- und Sperrwiderstände von Halbleiterdioden

Typ	Durchlaßwiderstand (R_F)	Sperrwiderstand (R_R)
Germanium	200 . . . 500 Ω	70 . . . 100 kΩ
Silizium	ca. 2,5 kΩ	einige 100 000 kΩ

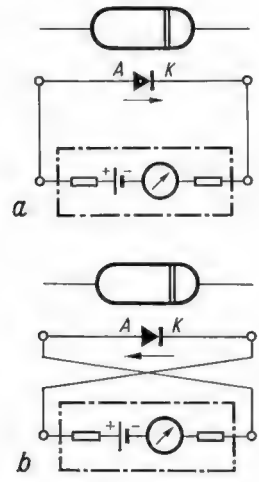


Bild 4.55–6 Prüfung von Dioden auf Durchgangswiderstand (a) und Sperrwiderstand (b)

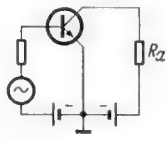
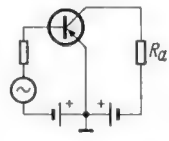
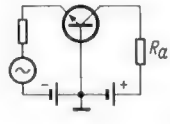
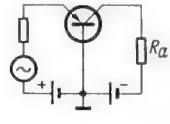
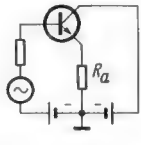
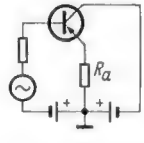
Am Gehäuse der uns hier am meisten interessierenden Signal- und Gleichrichterdioden ist in der Regel der Anschluß der Katode (Kristallseite) gekennzeichnet, entweder durch einen farbigen Ring oder Strich oder durch einen farbigen Punkt. Die Meßschaltung zeigt **Bild 4.55–6**; vergleiche damit Bild 4.55–10.

4.552 Transistorenprüfung

Bei der Transistorisierung des Fernsehempfängers war man anfänglich auf Germaniumtransistoren angewiesen. Die ihnen in mancher Beziehung überlegenen Siliziumtransistoren konnten sich erst durchsetzen, als es gelang, sie serienreif zu machen. Der Si-Transistor verträgt eine Kristalltemperatur bis zu 175 °C, der Ge-Transistor hingegen nur bis 75 °C. Der Feldeffekt-Transistor (FET) unterscheidet sich vom normalen Transistor lediglich dadurch, daß er – ähnlich einer Verstärkerröhre – leistungslos angesteuert werden kann. Der gesteuerte Ausgangsstrom ist eine Funktion der steuernden Eingangsspannung (Steilheit S).

Wenn bei der Fehlersuche im Fernsehgerät eine bestimmte Transistorstufe als Fehlerquelle verdächtigt wird, läßt sich der Transistor bekanntlich nicht ohne weiteres wie eine Röhre probeweise gegen ein Prüfexemplar austauschen. Bei der Röhre ist dazu nur ein Handgriff erforderlich, beim Transistor müßte man mit beträchtlichem Zeitaufwand und größter Sorgfalt drei oder vier Zuleitungen aus der (gedruckten) Schaltung auslöten. Um beim Auswechseln das Risiko einer Zerstörung auch des Ersatzstückes klein zu halten, werden wir deshalb den Transistor zunächst im Gerät belassen und an Hand des Service-Schaltbildes – es erweist sich bei neueren Empfängern immer mehr als notwendig – die angegebenen Spannungen am Objekt nachmessen. In diesem Fall, und erst recht beim Aus- und Einlöten des Transistors, muß man natürlich wissen, welcher Zuleitungsdraht zu der einen oder anderen Elektrode führt. Die Service-Schaltbilder geben aber auch hierüber Auskunft **(Bild 4.55–7)**; sie schreiben ferner den Innenwiderstand des Meßgerätes vor und nennen die weiteren Bedingungen für genügend genaue Messungen, zum Beispiel: konstante Betriebsspannung, Helligkeit minimal, Kontrast maximal und für bestimmte Messungen ein bestimmtes Eingangssignal, für andere wieder kein Signal (Leerkanal). Was aber das Meßgerät anbelangt, so sollte man doch ein elektronisches Voltmeter bevorzugen, weil es im Vergleich zu den herkömmlichen Vielfach-Meßinstrumenten auch auf den niedrigeren Spannungs-Meßbereichen einen genügend hohen Eingangswiderstand aufweist und deshalb den Meßwert nicht verfälscht. Für Strommessungen ist dagegen ein sehr geringer Eigenwiderstand erforderlich; man sollte sie – schon um ein Auftrennen der Leitung zu vermeiden – indirekt vornehmen, und zwar durch Messen des Spannungsabfalles an einem definierten Widerstand. Abweichungen der ermittelten Strom- und Spannungswerte sind im allgemeinen um etwa 20 % gegenüber den angegebenen Meßwerten im Schaltbild zulässig. Ganz allgemein gesehen, sind alle Messungen gerade an Transistorstufen mit Bedacht und Vorsicht auszuführen, da – insbesondere an galvanisch gekoppelten – bei unbeabsichtigten Kurz-

Tabelle 4.55–III. Grundschaltungen für Transistoren

Eingangswiderstand		Ausgangswiderstand
	Emitterschaltung Eingang und Ausgang haben den Emitter als gemeinsame Anschlußelektrode npn:  pnp:  Stromverstärkung: 10 ... 800fach Spannungsverstärkung: 200 ... 2000fach Leistungsverstärkung: 10^3 ... 10^4fach	
mittel 300 Ω ... 10 kΩ		groß 10 ... 200 kΩ
	Basisschaltung Eingang und Ausgang haben die Basis als gemeinsame Anschlußelektrode npn:  pnp:  Stromverstärkung: < 1 Spannungsverstärkung: 200 ... 200 000fach Leistungsverstärkung: 10^2 ... 10^3fach	
klein 10 Ω ... 50 Ω		sehr groß 100 ... 500 kΩ
	Kollektorschaltung (Emitterfolger) Eingang und Ausgang haben den Kollektor als gemeinsame Anschlußelektrode npn:  pnp:  Stromverstärkung: 10 ... 800fach Spannungsverstärkung: < 1 Leistungsverstärkung: 10 ... 800fach	
groß 100 ... 500 kΩ		klein 10 ... 500 Ω

Die Zahlenwerte deuten lediglich die Größenordnung an. Sie hängen stark vom Transistortyp ab, und sie lassen sich weitgehend durch die Werte der Schaltelemente und Betriebsspannungen bzw. Arbeitspunkte beeinflussen. Schaltungen für npn- und pnp-Transistoren unterscheiden sich – abgesehen von der Richtung der Kollektorpfeilspitze im Schaltzeichen – durch die Polarität der Speisespannungsquelle, der Elektrolytkondensatoren und der Dioden.

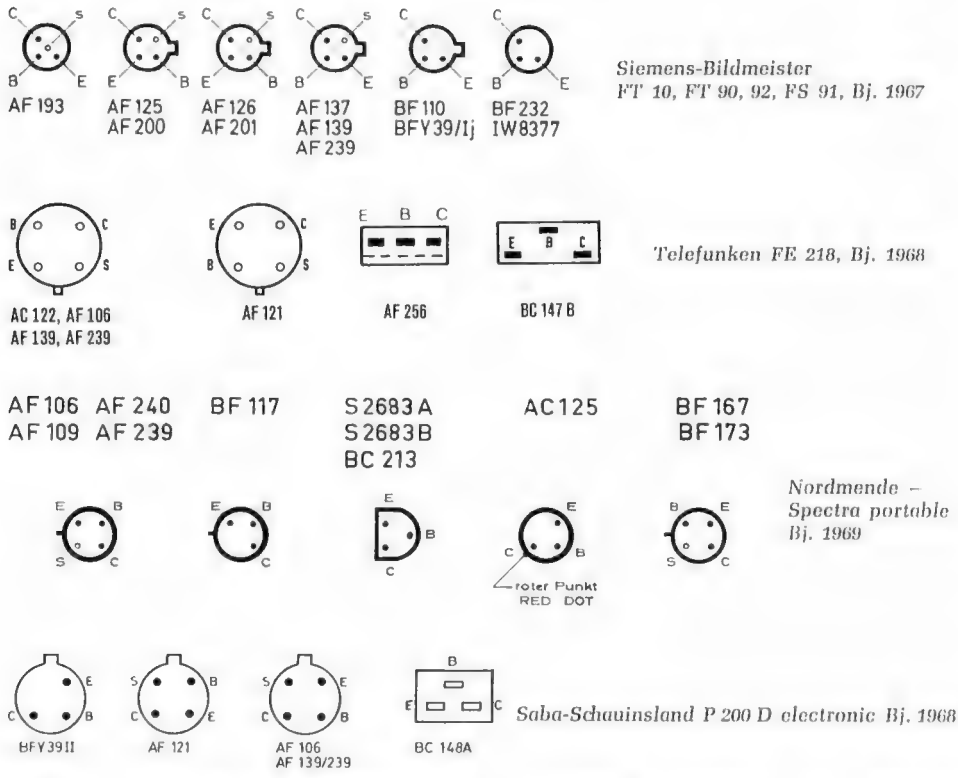


Bild 4.55–7 Beispiele für Transistoranschlüsse aus Industrie-Service-Schaltbildern

schlüssen leicht eine ganze Reihe von Transistoren zerstört werden kann.

Beim Betrachten des Schaltungskomplexes des zu untersuchenden Transistors ist es oft nützlich, sich noch einmal der Grundschaltungen zu erinnern **(Tabelle 4.55-III).**

In den Service-Schaltbildern sind die Spannungen an den Meßpunkten in der Regel gegen Masse (Chassis) angegeben, so daß für die meisten Messungen eine der beiden Meßgerätezuleitungen am Chassis angeklemmt bleiben kann. Die Messung erfolgt entsprechend den Meßschemen in **Bild 4.55–8**, oben. Durch Differenzbildung zwischen U_E und U_B wird hier die Spannung U_{BE} ermittelt.

Bei der Funktionskontrolle einer Transistorstufe mißt man häufig die Spannung zwischen Basis und Emitter. Diese beträgt, weitgehend unabhängig vom Arbeitspunkt und von der Betriebsspannung, beim Germanium-Transistor ca. 0,3 V und beim Silizium-Transistor ca. 0,7 V, wobei das Vorzeichen der Basisspannung, bezogen auf den Emitter, beim npn-Typ positiv ist, beim pnp-Typ negativ.

Ist die Differenz im Verhältnis zu U_E zu gering, was bei hohen Betriebsspannungen der Fall sein kann, so sollte man unter Beachtung der Polarität eine „Quermessung" direkt zwischen Basis und Emitter vornehmen **(Bild 4.55–8**, unten). Man kann dann das (elektronische) Voltmeter auf den kleinsten Meßbereich z. B. 1,5 V) schalten, bei dem die Ablesegenauigkeit erhöht ist.

Hat ein Transistor nicht seinen normalen Arbeitspunkt, zum Beispiel im Schaltbetrieb (Schalttransistor), so kann je nach Typ (Germanium, Silizium) zwischen Basis und Emitter eine Sperrspannung von 5 ... 12 V auftreten.

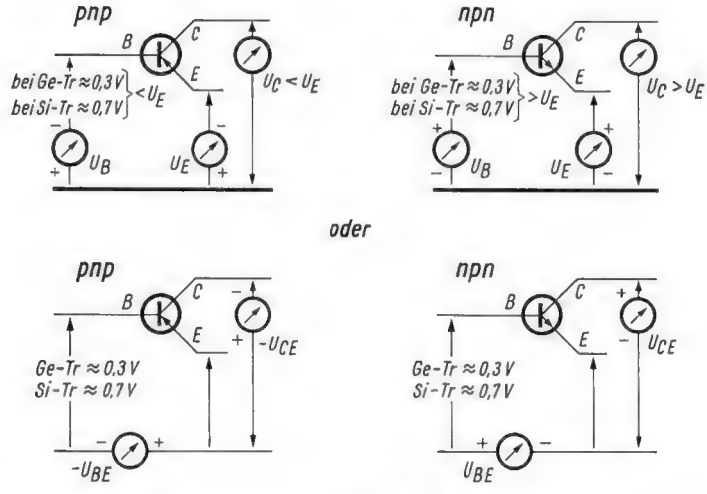
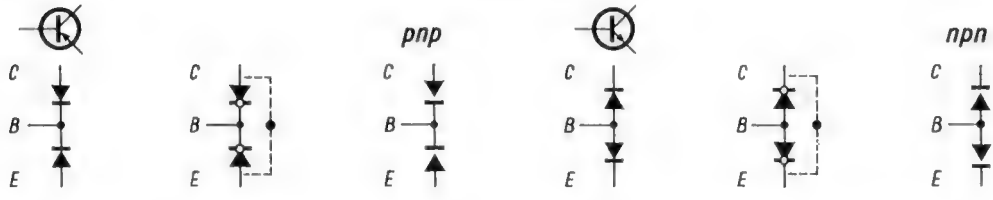


Bild 4.55–8 Service-Messungen an pnp- und npn-Transistoren in normalen Verstärkerschaltungen



Prinzip-Zeichnung	Kurzschluß E–B, C–B oder E–C	Unterbrechung zwischen E–B oder C–B	Prinzip-Zeichnung	Kurzschluß E–B, C–B oder C–E	Unterbrechung zwischen E–B oder C–B

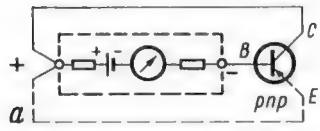
Bild 4.55–9 Transistor als Kombination zweier gegeneinander geschalteten Dioden betrachtet, links in pnp-Form, rechts in npn-Form. Die möglichen Kurzschlüsse sind durch einen Kreispunkt, die Unterbrechungen sind durch einen kleinen Freiraum angedeutet.

Prüfung des ausgebauten Transistors

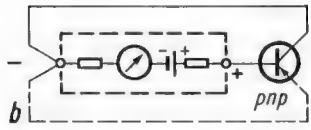
Wenn die Service-Messungen an dem beschalteten Transistor noch Zweifel an seinem Zustand – ob nun wirklich schadhaft oder funktionsfähig – aufkommen lassen, sollte er schließlich ausgebaut und für sich allein in einem Halbleiter-Prüfgerät untersucht werden.

Beim Prüfen und Auswechseln von Transistoren, die zu einem Komplementärpaar gehören, kennzeichne man stets den pnp- oder npn-Typ, denn dieses Unterscheidungsmerkmal ist in der Typenangabe nicht enthalten. Man kann also ohne die nachträgliche eigene Kennzeichnung nicht sagen, welcher Transistor mit negativen und welcher mit positiven Kollektor- und Basisspannungen zu speisen ist; ein falscher Anschluß könnte den Transistor leicht zerstören.

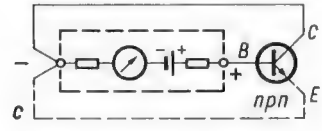
Die rein statische Prüfung bietet – ähnlich wie bei Röhren – allerdings nicht immer Aufschluß über die Funktionsfähigkeit des Transistors. Von Nutzen ist sie nur bei Nf-Transistoren. Bei Hf-Transistoren bevorzuge man Prüfgeräte, die den Transistor mit einer



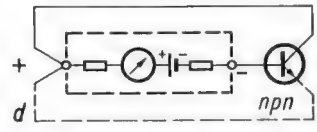
Durchlaßwiderstände (R_F)
C–B und E–B



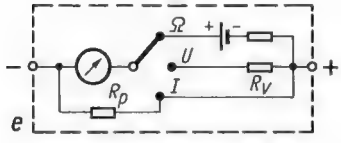
Sperrwiderstände (R_R)
C–B und E–B



Durchlaßwiderstände (R_F)
B–C und B–E



Sperrwiderstände (R_R)
C–B und E–B



Prinzipschaltung eines
Vielfach-Meßinstrumentes

Bild 4.55–10 Messungen der Durchlaß- und Sperrwiderstände von pnp- und npn-Transistoren, wenn die (Plus-) Polbezeichnung des Meßgerätes mit dem Pluspol der eingebauten Batterie übereinstimmt (bei Universal-Meßgeräten liegt in den Widerstandsmeßbereichen an der ⊕-Außenklemme meist der ⊖-Pol der Batterie, siehe Darstellung e)

Signalspannung testen, deren Frequenz in der Größenordnung liegt, mit der der Transistor in der Schaltung arbeiten sollte (z. B. Semitest II von Grundig).

Will man sich auf eine Prüfung der Durchlaß- und Sperrwiderstände oder überhaupt nur auf das Feststellen von Kurzschluß oder Unterbrechungen beschränken **(Bild 4.55–9)**, so gehe man nach den Meßschemen **Bild 4.55–10 a** bis **d** vor. Hierbei wird unter Beachtung der Polaritätsbedingungen – wie bei Dioden – ein Ohmmeter oder ein Vielfach-Meßinstrument mit eingebauter Batterie benutzt, das wir zuvor auf den höchstmöglichen Meßbereich eingestellt haben. Die Batteriespannung darf 1,5 V nicht überschreiten. Einige Germanium-Transistoren vertragen für die EB-Strecke sogar nur 0,3 V, so daß man für diese (wenigen) Fälle das Meßgerät nicht mehr direkt mit der 1,5 V-Batterie betreiben kann, sondern es über einen Festspannungsteiler anschließt. In diesem Fall stimmt natürlich die Skaleneichung nicht mehr.

Ungefähre Widerstandswerte bei funktionsfähigen Transistoren
R_F = Durchlaßrichtung, R_R = Sperrichtung

Siliziumtyp	$R_F \approx 20\ k\Omega$,	$R_R \approx \infty\ \Omega$
Germaniumtyp	$R_F \approx 1\ k\Omega$,	$R_R = 100 \ldots 500\ k\Omega$

4.56 Auswertung und Diskussion von Impulsbildern

Besteht zufolge der auftretenden Fehlererscheinungen ein begründeter Verdacht, daß der Fehler auf dem Wege vom Videogleichrichter über den Videoverstärker bis zur Steuerelektrode der Bildröhre oder in den Kippstufen liegen muß, so ist zum näheren und schließlich endgültigen Bestimmen der Fehlerquelle meist eine Signal- beziehungsweise Impulsverfolgung mit dem Oszillografen erforderlich. Da nun anderseits nicht jeder – selbst bei bester Kenntnis der Funktion solcher Stufen – den genauen Verlauf der Spannungsbilder an den einzelnen Meßstellen von diesen oder jenen Fernsehemp-

fängern kennt, kommen uns die Hersteller der Geräte mit Impulsübersichten oder Schaltplänen mit eingetragenen Impulsen entgegen. Hierbei ist „Impuls" der Oberbegriff sowohl für die Videosignale als auch für die eigentlichen Impulsformen im Kippteil. **Bild 4.56–1** auf Seite 268/69 gibt ein Beispiel solcher Unterlagen. Die einzelnen Oszillogramme zeigen angenähert zwei Perioden des Spannungsbildes. Die Kippfrequenz des Oszillografen ist also mit $^1/_2$ der Bild-(Vertikal-)frequenz = 25 Hz, beziehungsweise mit $^1/_2$ der Zeilen-(Horizontal-)frequenz = 7812,5 Hz (≈7,8 kHz) zu bemessen (Abschnitt 3.43).

Die Impulse sind bei Empfang eines einwandfreien Fernsehbildes darzustellen, wobei man am besten mittleren Kontrast einstellt. Das entspricht etwa 30...40 V_{ss} an der Bildröhre. Will man von den Sendezeiten unabhängig sein, so arbeitet man mit einem Fernsehsignal-Generator. Dieser muß laut Beschreibung in Abschnitt 2.46 ein vollständiges Videosignal liefern. Unabhängig davon, ob wir nun nach gegebenen Umständen ein videomoduliertes Hf-Signal an den Antenneneingang oder allein das Videosignal an die Videoröhre legen, darf bei einem einwandfrei arbeitenden Empfänger die Kurvenform von der angegebenen nicht merklich abweichen.

Wir wollen zunächst noch einmal ein vollständiges Videosignal betrachten, so wie es am Steuergitter der Video-Endröhre oszillografiert wurde. **Bild 4.56–2 a** zeigt das Signal horizontal und Bild 4.56–2 b vertikal aufgelöst. Wir erkennen deutlich, wie sich das Signal amplitudenmäßig zusammensetzt. Die Helligkeitswerte des Bildinhalts, für die ≈65 % der Gesamtamplitude benötigt werden, sind innerhalb einer laufenden Sendung zwar schlecht zu definieren, für die Bewertung des Oszillogramms aber auch belanglos. Dagegen ist ein Testbild aus einem Fernsehsignal-Generator, zum Beispiel das bekannte Muster mit mehreren vertikalen und horizontalen Balken, im Oszillogramm als solches zu erkennen ist (siehe auch die Testbildbeschreibungen im Abschnitt 1.23 und 1.24). Die Form der Zeilen-Synchronimpulse sagt uns schon mehr, sie ist in Bild 4.56–2a einwandfrei. Die vordere und die hintere Schwarzschulter zeichnen sich deutlich ab, und der Zeilenimpuls selbst stellt einen ausgesprochenen Rechteckimpuls dar. **Bild 4.56–3** zeigt dagegen ein Videosignal mit verformtem Zeilenimpuls. Derartige Impulsverformungen können zum Beispiel durch Übersteuerungen im Tuner oder Zf-Verstärker auftreten.

Bild 4.56–2b ist für die Servicebelange weniger interessant. Das vertikal aufgelöste Videosignal zeigt außer den Bildimpulsen die wie in einer Perlenkette aneinandergereihten Zeilenimpulse. Übersteuerungserscheinungen des Empfängers sind wohl

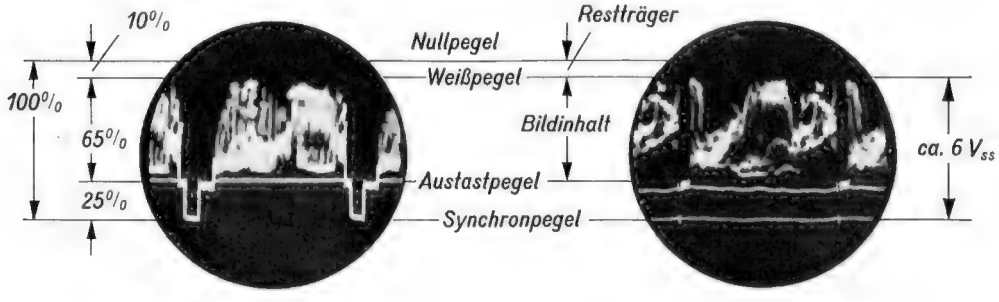
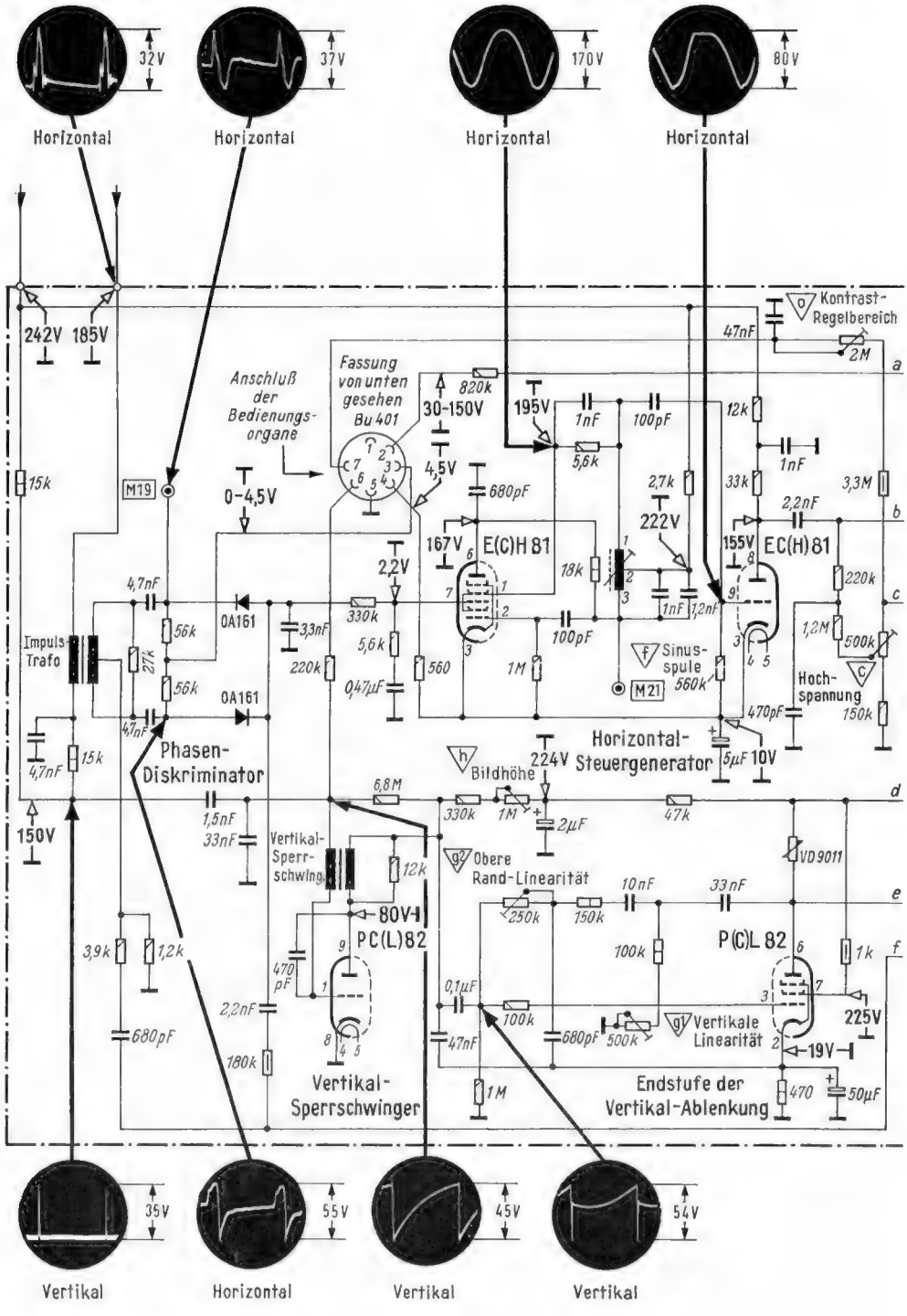


Bild 4.56–2 Videosignal am Steuergitter der Video-Endröhre


32V
Horizontal
37V
Horizontal
170V
Horizontal
80V
Horizontal
242V
185V
Anschluß der Bedienungs-organe
Fassung von unten gesehen Bu 401
820k
30-150V
195V
1nF
100pF
12k
47nF
Kontrast-Regelbereich
2M
a
15k
M19
0-4,5V
4,5V
680pF
5,6k
2,7k
33k
1nF
3,3M
b
167V
E(C)H 81
222V
155V
EC(H)81
2,2nF
2,2V
18k
1nF
1,2nF
220k
c
4,7nF
56k
OA161
330k
3,3nF
100pF
1,2M
500k
Impuls-Trafo
27k
56k
OA161
220k
5,6k
560
1M
Sinus-spule
560k
M21
Hoch-spannung
150k
0,47µF
470pF
4,7nF
15k
4,7nF
Phasen-Diskriminator
224V
Horizontal-Steuergenerator
5µF
10V
h
Bildhöhe
d
6,8M
330k
1M
2µF
47k
150V
1,5nF
33nF
Vertikal-Sperr-schwing.
12k
g2
Obere Rand-Linearität
VD9011
10nF
33nF
e
250k
150k
80V
PC(L)82
3,9k
1,2k
470 pF
100k
P(C)L 82
1k
f
2,2nF
680pF
180k
0,1µF
100k
680pF
500k
g1
Vertikale Linearität
225V
47nF
19V
Vertikal-Sperrschwinger
1M
Endstufe der Vertikal-Ablenkung
470
50µF
35V
Vertikal
55V
Horizontal
45V
Vertikal
54V
Vertikal

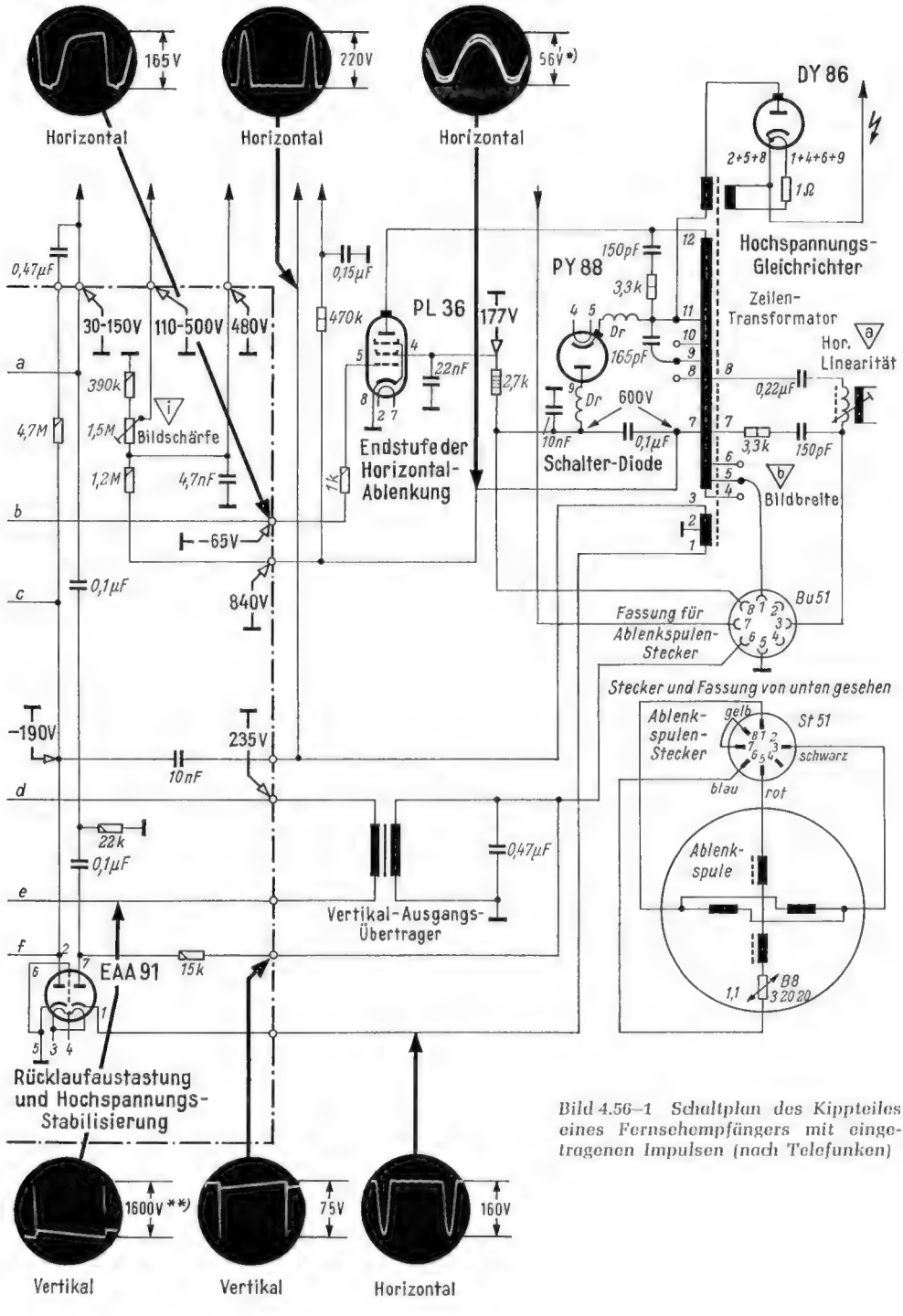


Bild 4.56–1 Schaltplan des Kippteiles eines Fernsehempfängers mit eingetragenen Impulsen (nach Telefunken)

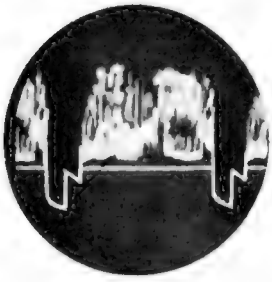


Bild 4.56–3 Videosignal mit verformten Zeilenimpulsen

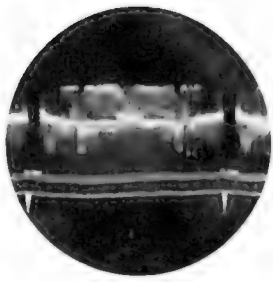
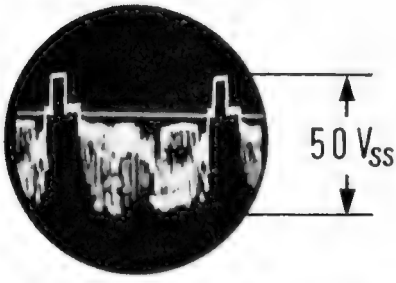


Bild 4.56–4 Videosignal mit Bildimpulsen, die sich aus dem Synchronpegel herausheben



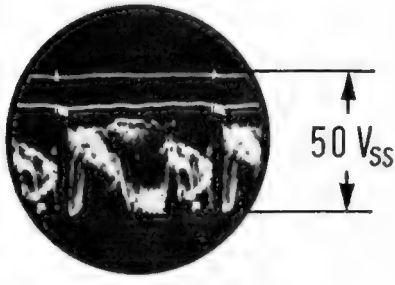


Bild 4.56–5 Videosignal an der Katode der Bildröhre

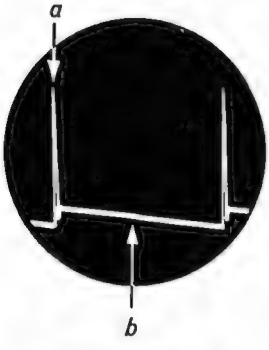


Bild 4.56–6 Richtiger Spannungsverlauf an der Anode der Endröhre im Bildablenkteil

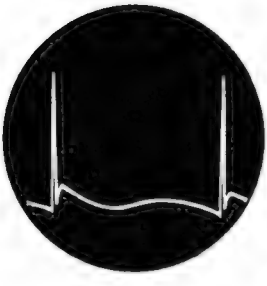


Bild 4.56–7 Falscher Spannungsverlauf an der Anode der Endröhre im Bildablenkteil

gleichfalls hier zu erkennen, da sich dann die Bildimpulse aus dem Synchronpegel weit herausheben **(Bild 4.56–4)**, doch können Einzelheiten des Oszillogramms nur mit Spezialoszillografen beurteilt werden, so wie sie in den Fernseh-Laboratorien Verwendung finden.

Tasten wir mit dem Oszillografen die Katode der Bildröhre ab, so erkennen wir zum Unterschied von der ersten Meßstelle (Steuergitter der Video-Endröhre), daß die Signale verstärkt sind und in einer um 180° gedrehten Phasenlage aufgezeichnet werden **(Bild 4.56–5 a** und **b).** Die Form sowie das Größenverhältnis Bildinhalt/Synchronimpulse sollen unverändert bleiben.

Nun wollen wir uns einige Impulsbilder ansehen, die gleichfalls in jedem Fernsehempfänger, und zwar im Kippteil, auftreten. **Bild 4.56–6** gibt den Spannungsverlauf an der Anode der Endröhre im Bildablenkteil wieder. Die Spannungsspitze a zeigt den Rücklauf, das langsame lineare Abklingen der Spannung b kennzeichnet die Geometrie des vertikal geschriebenen Rasters. Erscheint ein Fernsehbild in der vertikalen Geometrie nicht einwandfrei, so läßt sich der Fehler also auch im Oszillogramm nachweisen **(Bild 4.56–7).**

Zu vorstehenden Messungen ist zu bemerken, daß an der Anode der Endröhre für die Bildablenkung hohe Spitzenspannungen von 1000 V_{ss} auftreten. Hier ist also, wie schon an anderer Stelle bemerkt, ein spannungsfester Abschwächer-Tastkopf (Tastteiler) vor den Oszillografeneingang zu schalten.

Bild 4.56–8 zeigt die oszillografierte Steuerspannung einer geregelten Zeilen-Endstufe. Sie verläuft nahezu wie eine verzerrte Sägezahnspannung. Die linke Flanke wird dabei als Sperrflanke und die rechte als Öffnungsflanke bezeichnet. Aus der Steilheit dieser Flanken ergeben sich die Sperr- und die Öffnungszeit der Zeilen-Endröhre.

Abweichungen in der Form können zur Überlastung der Zeilen-Endröhre und damit zum schnellen Ausfall der Stufe führen. Im Abschnitt 4.57 sind die möglichen Ursachen, die zur Verformung der Steuerspannung führen, näher besprochen.

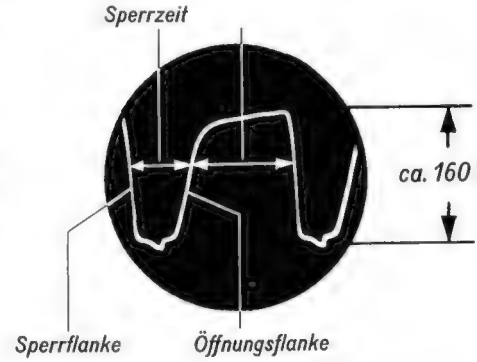


Bild 4.56–8 Richtiger Spannungsverlauf am Gitter der Zeilen-Endröhre

4.57 Fehler und Messungen am Zeilenablenkteil

Das Zeilen-(Horizontal-)Ablenkteil und insbesondere der Zeilenablenktransformator als eines seiner Bauelemente sind mitbestimmend für die Qualität eines Fernsehbildes. Fehler in dieser Stufe lassen sich daher grundsätzlich nach gleichen Gesichtspunkten lokalisieren wie an anderen Stellen eines Fernsehgerätes, indem wir aus den Bildsymptomen Rückschlüsse auf den Fehler ziehen und gegebenenfalls durch Messungen den Fehlerort bestimmen.

Welche Symptome können nun für einen Fehler im Zeilenablenkteil – insbesondere dessen Endstufe – sprechen?

1. Die Bildröhre bleibt dunkel (siehe Abschnitt 4.42; Seite 204).
2. Das Bild zeigt kissenförmige Verzeichnungen (4.46; Seite 234).
3. Das Raster ist unten oder oben größer ausgeschrieben als auf der Gegenseite, es bildet ein aufrechtstehendes Trapez (4.48; Seite 242).
4. In der Bildschirmmitte zeigt sich eine senkrechte, grell leuchtende Linie (4.42; Seite 206).
5. Das Bild hat bei kleiner Helligkeit normales Format. Beim Aufdrehen des Helligkeitseinstellers vergrößert es sich, wird unscharf und dunkel. Ggf. kann es bei voll eingestellter Helligkeit verschwinden (4.46; Seite 232).
6. Die Zeilenlinearität ist mangelhaft und läßt sich mit dem Zeilenlinearitätseinsteller nicht verbessern (4.46; Seite 234).
7. Das Bild wird trotz richtiger Boosterspannung horizontal nicht voll ausgeschrieben und kann mit dem Bildbreiteneinsteller nicht genügend breit eingestellt werden (4.46; Seite 234).
8. Das Bild wird horizontal zusammengeschnürt. Die Synchronisierung bleibt davon unbeeinflußt (4.48; Seite 242).
9. In der Mitte erscheint das Bild horizontal zusammengeschoben. Die Zeilen zeigen in der Mitte einen doppelten Verlauf (4.48; Seite 242).
10. Über das Bild laufen kurze, weiße und graue Striche in Zeilenrichtung (Zeilen reißen aus), die sich in der Stärke beim Betätigen des Helligkeitseinstellers verändern (4.46; Seite 234).
11. Auf dem Bildschirm zeigen sich senkrechte schwarze Streifen (Barkhausen-Kurz-Schwingungen) (4.46; Seite 230).

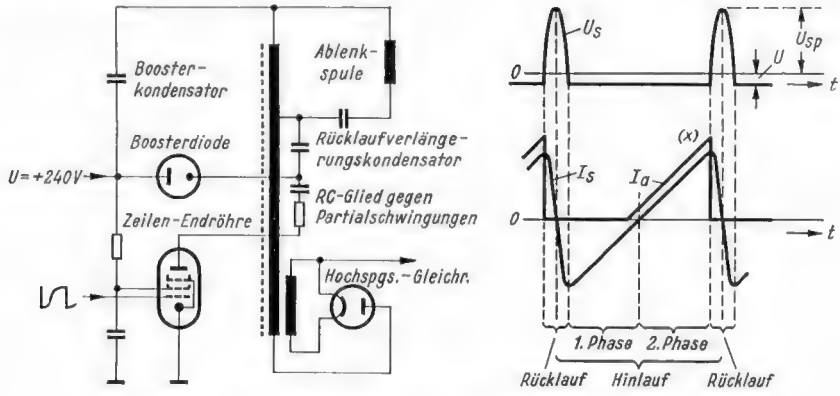


Bild 4.57–1 Prinzipschaltung einer Zeilen-Endstufe mit Strom- und Spannungsdiagramm

12. Die linke Seite des Bildes ist mit mehreren senkrechten grauen Streifen durchsetzt, deren Intensität von links nach rechts nachläßt (Partialschwingungen) (4.46; Seite 232).

Für das Eingrenzen von Fehlerquellen mit den Symptomen 1. bis 8. genügen im allgemeinen die im Abschnitt 4.4 Systematische Fehlerortung nach Tabelle gebrachten Hinweise. Es sind dort auch – soweit erforderlich – entsprechende Messungen angedeutet.

Im folgenden wollen wir uns daher nur mit den Fehlern befassen, deren optische Auswirkungen unter 9. bis 12. genannt sind. Voraussetzung ist allerdings, daß man sich zuvor über die prinzipielle Wirkungsweise der Boosterdiode im Zeilenablenkteil informiert. Ein einfacher Überblick über die im **Bild 4.57–1** dargestellte Schaltung mit Strom- und Spannungsdiagrammen erleichtert dem Praktiker eine Fehlerlokalisierung.

Verfolgen wir den Strom- und Spannungsverlauf in (an) der Zeilen-Ablenkspule von einem zum anderen Elektronenstrahl-Rücklauf der Bildröhre in horizontaler Richtung.

Der horizontale Rücklauf beginnt mit dem Auftreten der Sperrflanke am Steuergitter der Zeilen-Endröhre (siehe auch hierzu Abschnitt 4.56, Bild 4.56–8). Zu diesem Zeitpunkt werden die Zeilen-Endröhre und mit ihr die Boosterdiode gesperrt und der Boosterkondensator vom Zeilentransformator abgeschaltet. Durch die Trägheit des Magnetfeldes fließt zunächst der während des Zeilen-Hinlaufs aufgebrachte Strom I_S in gleicher Richtung und Größe weiter und lädt die noch wirksamen Kapazitäten auf einen hohen Spannungswert U_{sp} auf. Die zum Zeilentransformator parallel liegenden Kapazitäten sind relativ klein, sie setzen sich aus der Rücklaufverlängerungs-, Schalt- und Spulenkapazität zusammen. Mit der sich aufbauenden Spannung sinkt der Strom I_S in Richtung 0 ab Darauf entladen sich wieder die Kapazitäten über den Transformator, wodurch der Strom I_S durch 0 geht und schließlich in entgegengesetzter Richtung weiterfließt. Dieser Stromfluß dauert so lange, bis die Spannung U_S an den Kapazitäten auch über 0 gelaufen ist und den Wert U erreicht. Die Ladung des Boosterkondensators wird überwunden und die Boosterdiode wieder leitend. Mit der geöffneten Boosterdiode liegt auch wieder der Boosterkondensator parallel zu einer Teilwicklung des Transformators.

So kann die Spannung U_S nicht wesentlich über U hinausschwingen, sie führt nur etwas mehr als eine Halbschwingung aus und bleibt dann konstant. Mit dem Zuschalten des Boosterkondensators ist der Zeilen-Rücklauf beendet, und es beginnt der Zeilen-Hinlauf, der sich aus zwei Phasen zu-

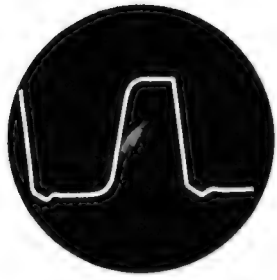


Bild 4.57–2 Steuerspannung einer Zeilen-Endstufe mit sehr großer Sperrzeit

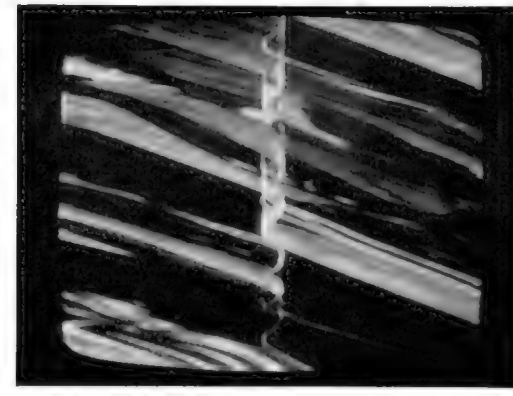


Bild 4.57–3 Fehlerbild bei zu großer Sperrzeit der Zeilen-Endröhre mit gestörter Horizontalsynchronisation

sammensetzt. In der ersten Phase des Zeilen-Hinlaufs lädt sich der Boosterkondensator auf, und der Strom I_s geht in Richtung 0 zurück. Die zweite Phase des Zeilen-Hinlaufs beginnt bei 0. An dieser Stelle wechselt der Strom sein Vorzeichen, und der Boosterkondensator entlädt sich über eine Teilwicklung des Transformators. Damit die Leitfähigkeit der Boosterdiode weiterhin erhalten bleibt, wird kurz vor dem Zeitpunkt 0 die Zeilen-Endröhre durch ihre am Steuergitter liegende Spannung geöffnet. Der ab diesen Zeitpunkt stetig ansteigende Strom I_a läßt auch den Strom I_s ansteigen. Bei x wird der Strom I_a durch die Sperrflanke der Steuerspannung der Zeilen-Endröhre plötzlich wieder unterbrochen, womit der Zeilen-Hinlauf beendet ist. Es beginnt ein neuer Zeilen-Rücklauf.

Ergänzend sei noch darauf hingewiesen, daß die ohmschen und kapazitiven Komponenten der Schaltung dem Strom seinen geradlinigen Verlauf geben.

Diese komprimierte Darstellung wenden wir bereits bei der folgenden Fehlerlokalisierung an.

Zu 9:

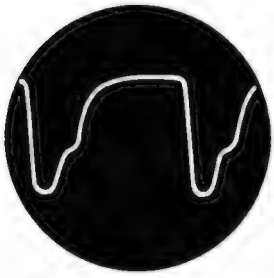
Bei dieser Fehlererscheinung wird man zunächst annehmen, daß der Horizontal-Steueroszillator auf der halben Sollfrequenz arbeitet. Bestärkt wird die Annahme, wenn sich der Fehler nicht so stark – wie auf der Seite 243 dargestellt – zeigt und eine kleine Frequenzänderung des Steueroszillators den Normalzustand wieder herstellt. In diesem Fall haben wir den Fehler aber nicht beseitigt, sondern nur kompensiert. Mit der Frequenzänderung hat sich nämlich die Form der Steuerspannung der Zeilen-Endröhre mitverändert.

Sehen wir uns also mit dem Oszillografen die Steuerspannung einmal an, ohne daß wir die Frequenz des Steueroszillators erst verändern **(Bild 4.57–2).**

Wir erkennen, daß die Sperrzeit der Steuerspannung gegenüber der im Bild 4.56–8 dargestellten sehr groß ist. Nun wird die Entstehung des Fehlerbildes verständlich. Infolge der großen Sperrzeit bringt die Zeilen-Endröhre nicht frühzeitig genug den erforderlichen Strom für die zweite Phase des Hinlaufs auf. Die Boosterdiode bleibt also am Ende der ersten Phase des Hinlaufs nicht mehr leitend, wodurch der Spulenstrom und damit der Elektronenstrahl ihre Richtung ändern müssen.

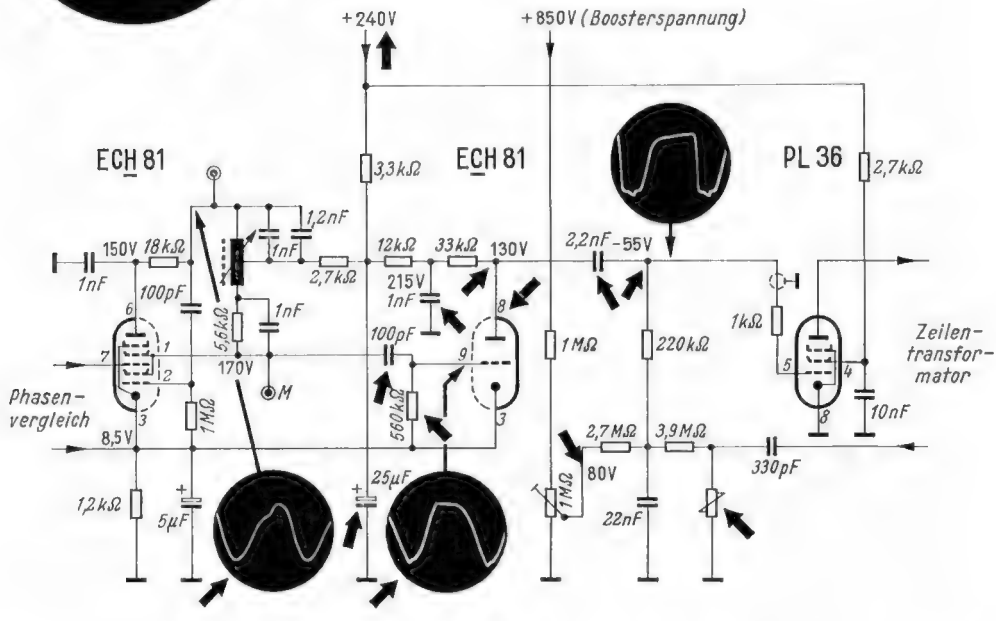
Das Zurücklaufen des Elektronenstrahls ist besonders deutlich im Fehlerbild zu sehen, wenn man die horizontale Synchronisation – durch Verdrehen des Horizontal-Bildfangeinstellers – aufhebt **(Bild 4.57–3).**

Eine Veränderung der Steuerspannung ist meist auf eine verbrauchte Röhre in der Treiberstufe zurückzuführen; auch kann die Impulsform z. B. durch einen fehlerhaften



Links: Bild 4.57–4 Steuerspannung einer Zeilen-Endröhre mit sehr kleiner Sperrzeit

Unten: Bild 4.57–5 Schaltungsauszug einer Zeilenablenkstufe mit durch Pfeile bezeichneten Fehlermöglichkeiten



Ankopplungskondensator am Steuergitter der Röhre oder eine Werländerung des Anodensiebgliedes dieser Röhre beeinflußt werden. Grundsätzlich ist die Sperrzeit der Zeilen-Endröhre von der Sperrzeit der Treiber-Röhre abhängig. Die Sperrzeit wird im wesentlichen durch den Gitterstromeinsatzpunkt der Treiberröhre bestimmt. Der liegt – wie der Praktiker weiß – bei den indirekt geheizten Röhren mehr oder weniger weit im negativen Gitterspannungsbereich.

Interessant sind auch in diesem Zusammenhang die Auswirkungen einer Steuerspannung mit zu kleiner Sperrzeit **(Bild 4.57–4).**

Eine zu kleine Sperrzeit erkennt man an einer Einbuchtung auf der Öffnungsflanke. Diese Einbuchtung, hervorgerufen durch den Zeilen-Rücklauf-Impuls über die Anoden/Gitterkapazität der Zeilen-Endröhre, sollte weitestmöglich im negativen Teil der Steuerspannung liegen[1]). Steuert man eine Zeilen-Endröhre mit einer so verformten Spannung an, so hat man von Zeit zu Zeit mit ihrem Ausfall zu rechnen, denn sie wird überlastet. Das vorzeitige Öffnen der Röhre hat auch eine Verflachung der Sperrflanke zur Folge, wodurch eine Bedämpfung des Hochspannungskreises eintritt. Dies macht sich beim Aufdrehen des Helligkeitseinstellers – Vergrößerung des Strahlstromes – in Form einer Ausdehnung des Bildes bemerkbar. Aber auch Barkhausen-Kurz-Schwingun-

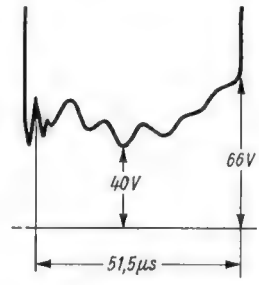
[1]) Gilt nur bei Schaltungen mit Sinusoszillator und Treiberstufe.

gen können hierdurch angeregt werden (siehe unten). Welche Bauteile im Zeilenablenkteil besonders die Form der Steuerspannung beeinflussen, zeigt der Schaltungsauszug **Bild 4.57–5.**

Zu 10:

Dieser Fehler, hervorgerufen durch Sprühstellen im oder am Zeilentransformator, vielleicht auch am Hochspannungsanschluß, ist nicht mit Meßgeräten zu lokalisieren. Die Fehlerortung wird am besten durch Abhorchen der möglichen Sprühstellen mit einem starken Rüschrohr (6...10 mm ⌀) vorgenommen. Will man die Sprühstelle sichtbar machen, so hauche man den vermeintlichen Ort aus angemessener Entfernung an. Wegen der besseren Sicht sollte man dabei den Prüfplatz etwas abdunkeln. Um Sprüheffekte zu vermeiden, sind alle Lötpunkte am Zeilentransformator sauber abzurunden. Man muß also mit gutem Lötzinn und heißem Lötkolben arbeiten.

Bild 4.57–6 Normaler Restspannungsverlauf an der Anode einer Zeilen-Endröhre



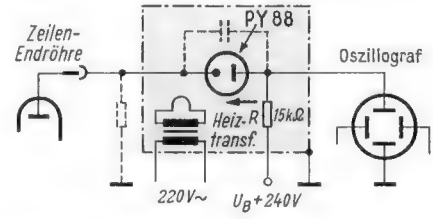


Bild 4.57–7 Schaltung eines Tastkopfes für Messungen der Anodenrestspannung beliebiger Zeilen-Endstufen

Zu 11:

Barkhausen-Kurz-Schwingungen (siehe 4.46, S. 230) machen sich auf dem Bildschirm bemerkbar, wenn sie auf der Empfangswelle liegen oder mit Oberwellen Mischprodukte bilden, die in den Zf-Bereich des Empfängers fallen. Die Ursache für solche Schwingungen ist stets die Zeilen-Endröhre. Die Arbeitsweise der Zeilenablenkschaltung bedingt bekanntlich während des Hinlaufs ein Absinken der Anodenspannung an der Endröhre, wodurch das Schirmgitter die Anodenfunktion übernehmen muß. Dieser „Stromübernahmebereich" bewirkt das Entstehen der Störung. Da ihre Anregungsbedingungen immer an der gleichen Stelle des Zeilenverlaufes auftreten, setzen sich die Störstellen im Bild untereinander und bilden die genannten Vertikalstreifen. Die Lage und Anzahl der Streifen kann übrigens von Empfangskanal zu Empfangskanal verschieden sein. Die störenden Frequenzen werden dann innerhalb des Stromübernahmebereiches bei anderen Spannungen erzeugt. Hat eine Endröhre – gegeben durch Streuungen – einen ungünstigen Kennlinienverlauf, so kann sie mehr oder weniger zu Barkhausen-Kurz-Schwingungen neigen. Durch ein Auswechseln der Endröhre läßt sich dann der Fehler im allgemeinen beseitigen. Mitunter werden die Anregungsbedingungen für Barkhausen-Kurz-(BK-)Schwingungen durch eine Fehleinstellung der Boosterspannung gefördert. Um dem zu begegnen, sollte man also auch die Boosterspannung nachprüfen.

Bei geregelten Zeilen-Endstufen (Bild 4.57–5) ist es möglich, daß durch eine zu niedrige Anodenrestspannung infolge von Netz-Unterspannungen die Regelung ausfällt und BK-Schwingungen entstehen. In diesem Falle würden wir jedoch den Fehler am Oszillogramm der Steuerspannung der Zeilen-Endröhre bemerken. Die Sperrflanke wird ähnlich wie im Bild 4.57–4 dargestellt aussehen. Grundsätzlich kann man feststellen, daß BK-Schwingungen um so weniger auftreten, je größer die Anodenrestspannung ist. Deshalb sollte der Servicetechniker auch deren Verlauf kontrollieren **(Bild 4.57–6).** Als Hilfsmittel für diese Mes-

sung stellt man sich aus einem Isolierrohr einen Tastkopf her, in dem eine Schalterdiode PY 88 in Reihe mit einem Widerstand untergebracht wird **(Bild 4.57–7)**. Die PY 88 eignet sich hierfür besonders gut, weil ihre Katode am Röhrenkolben herausgeführt ist und sie sich dadurch leicht an die Anode der Zeilen-Endröhre anschließen läßt. Die Heizspannung können wir einem Netztransformator entnehmen.

Solange nun die Augenblickswerte des Anodenspannungsverlaufes kleiner sind als die Betriebsanodenspannung ($U_B = +240$ V), ist die Meßdiode PY 88 leitend, und der Widerstand (15 kΩ) liegt parallel zur Anode der PL 36 (siehe gestrichelte Darstellung des Widerstandes 15 kΩ).

Während des Rücklaufs ist die Spannung an der Katode der Meßdiode größer als U_B und die Diode nicht mehr leitend. Der Widerstand wirkt dann nur über die im Bild 4.57–7 gestrichelte Katoden/Anodenkapazität der Meßdiode; es ergibt sich eine Differenzierung, die jedoch für die eigentliche Messung unerheblich ist.

Die nun festgestellte Spannung mißt man am besten mit einem entsprechend geeichten Oszillografen (3.44).

Zu 12:

Partialschwingungen (siehe 4.46, Seite 232) finden ihre Ursache in den nicht genügend festverkoppelten Wicklungsteilen des Zeilentransformators. Die Schwingungen, die durch die Induktivitäten der einzelnen Wicklungsteile und ihre Eigenkapazitäten entstehen, werden auf die Ablenkung übertragen und verursachen nun die von links nach rechts langsam abklingenden Wellen auf der Zeile.

Durch besondere Dimensionierung und Anordnung der Wicklungen des Zeilentransformators sind die Partialschwingungen bei den einzelnen Fabrikaten im allgemeinen recht klein gehalten. Die restlose Beseitigung dieser Störungen wird hier und da an geeigneter Stelle des Zeilentransformators durch Bedämpfung mit RC-Gliedern erreicht. Werden bei einem Empfänger Partialschwingungen beanstandet, so sind die RC-Glieder parallel zur Ablenkspule oder auch parallel zur Anodenwicklung der Zeilen-Endröhre zu überprüfen und gegebenenfalls auszuwechseln.

Bemerkung:

Sollte es einmal erforderlich sein, den Zeilentransformator zu zerlegen, so ist darauf zu achten, daß die Isolierscheiben zwischen den Ferritkernen nicht verlagert werden. Andernfalls würde eine Veränderung des Luftspaltes und damit der Transformatoreigenschaften eintreten.

4.58 Fehler und ihre Auswirkungen im Videoverstärker

Der Videoverstärker weist bei näherer Betrachtung mehr Probleme auf, als allgemein angenommen wird. Deshalb sollten wir für den Servicefall nicht nur wissen, welche Aufgaben er zu erfüllen hat, sondern auch seine grundsätzliche Schaltung und Funktion kennen.

Zusammenfassend sei gesagt, daß der Videoverstärker das gleichgerichtete Fernsehsignal und (bei den Geräten mit einer Ton-Zf-Stufe) die sich bei der Gleichrichtung bildende tonmodulierte Differenzfrequenz von 5,5 MHz gemeinsam zu verstärken und am Ausgang getrennt abzugeben hat.

Es ergeben sich dabei Forderungen wie beim Zf-Verstärker. So sind vor allem Laufzeitverzerrungen weitgehend zu vermeiden, und der Durchlaßbereich ist so auszulegen, daß eine größtmögliche Auflösung des Bildes erreicht wird. Zudem muß das Signalgemisch, das am Steuergitter der Video-Endröhre eine Spannung von einigen Volt hat, auf die zur Vollaussteuerung der Bildröhre notwendige Spannung von ca. 50 ... 70 V verstärkt werden. Hierbei wird der Maximal-Kontrast (Leuchtdichten-Unterschied zwischen hellster und dunkelster Stelle des Bildes) erzielt.

Bei einer Bandbreite von 5,5 MHz ist also eine gute Verstärkung des Videosignals mit möglichst linearer Amplitude bis 4 MHz un-

umgänglich. Daneben muß der im allgemeinen mitzuverstärkende Differenzträger von 5,5 MHz vor Erreichen der Bildröhre genügend unterdrückt werden, damit kein Moiré auf dem Bildschirm entsteht.

Die 5,5-MHz-Unterdrückung bereitet bei den üblichen Video-Endstufen keine Schwierigkeiten. Es bedarf jedoch einigen Schaltungsaufwandes, um bei der geforderten Bandbreite eine hohe Verstärkung zu erzielen.

Bekanntlich bestimmt neben der Röhrensteilheit der Arbeitswiderstand die Verstärkung einer Stufe. Je größer der Arbeitswiderstand wird, desto größer wird auch die Verstärkung. Nun hat aber der Arbeitswiderstand einer Video-Endstufe neben der ohmschen stets eine kapazitive Komponente, die bei ungünstiger Verdrahtung bis zu ca. 25 pF anwachsen kann.

Diese parallel zum ohmschen Widerstand R_a liegende Kapazität **(Bild 4.58–1)** setzt sich zusammen aus der

Anodenkapazität der Video-Endröhre
(C_a) = ca. 7 pF

normalen Schaltkapazität (C_L) = ca. 10 pF

Katodenkapazität der Bildröhre
(C_k) = ca. 7 pF

Damit ist grundsätzlich der Arbeitswiderstand der Video-Endröhre festgelegt, denn er kann nie größer werden als $R_c = \frac{1}{2\pi f \cdot C}$.

Um dennoch einen höheren Arbeitswiderstand und somit eine größere Verstärkung zu erreichen, wendet man eine sogenannte Entzerrungsschaltung an. In dieser werden die unerwünschten Kapazitäten durch Induktivitäten aufgeteilt und bei bestimmten Frequenzen in Resonanz gebracht. Dadurch ergibt sich für diese Frequenzen eine Anhebung.

Für den Servicetechniker ist es nun wichtig zu wissen, wo die zur Entzerrung dienenden Bauelemente schaltungsmäßig liegen und wie sie beschaffen sind.

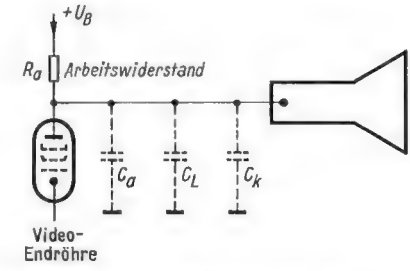


Bild 4.58–1 Kapazitive Belastung des Arbeitswiderstandes R_a

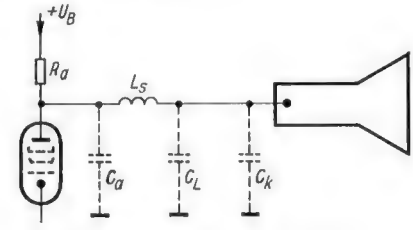


Bild 4.58–2 Entzerrung mit Serien-Induktivität L_s

Unten: Bild 4.58–3 Entzerrung mit Parallel-Induktivität L_p

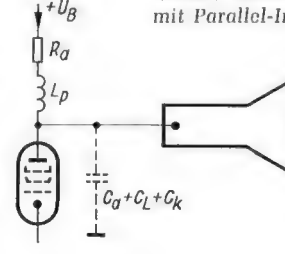
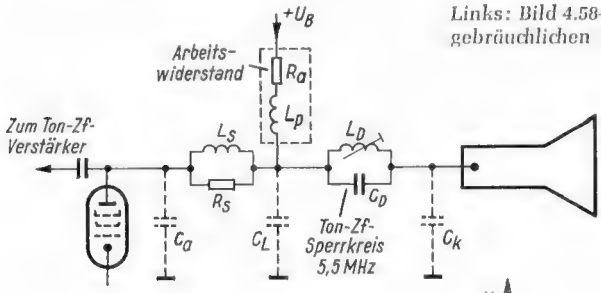


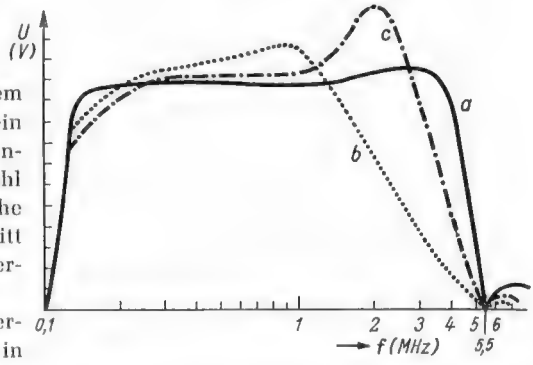
Bild 4.58–2 zeigt eine Schaltung mit einer Serien-Induktivität, **Bild 4.58–3** eine Schaltung mit einer Parallel-Induktivität. Die Serien-Induktivität L_s hat mit der dahinterliegenden Katodenkapazität der Bildröhre bei den Frequenzen zwischen 2,5 und 4 MHz und die Parallel-Induktivität L_p mit der Anodenkapazität der Video-Endröhre bei der oberen Grenzfrequenz (etwa 5 MHz) Resonanz.

Um eine Überkompensation zu vermeiden, wird L_s bedämpft. Man wählt dafür oft einen Schichtwiderstand und verwendet diesen gleich als Spulenträger, so daß sich eine mechanische Baueinheit ergibt.



Links: Bild 4.58–4 Prinzipdarstellung einer gebräuchlichen Entzerrerschaltung

Unten: Bild 4.58–5 Frequenzgang einer Entzerrerschaltung, wenn für R_a/L_p
a) ein Original-Ersatzteil,
b) ein Schicht- statt eines Original-Drahtwiderstandes,
c) ein „falscher" Drahtwiderstand verwendet wird



L_p vereinigt man dagegen häufig mit dem Arbeitswiderstand R_a dergestalt, daß sein Widerstandsdraht die Spule bildet. Die Induktivität ist dann von der Windungszahl und der Geometrie der Spule, der ohmsche Widerstand von der Länge, dem Querschnitt und dem spezifischen elektrischen Widerstand des Spulendrahtes abhängig.

In **Bild 4.58–4** ist eine gemischte Entzerrer-Schaltung wiedergegeben, die häufig in Fernsehgeräten angewendet wird. Die Spule L_p bewirkt eine Anhebung des Frequenzganges an der oberen Bandgrenze bei etwa 5 MHz; durch die Drosselspuren L_s und L_D erfolgt eine Anhebung zwischen 2,5 und 4 MHz. In die Entzerrung der Schaltung ist also der Ton-Zf-Sperrkreis (5,5 MHz) mit der Spule L_D einbezogen.

Damit gilt für den Service, daß ein etwaiger Ersatz dieses Sperrkreises durch einen solchen in abweichender Dimensionierung oder des Außenwiderstandes durch einen Drahtwiderstand in andersgearteter Ausführung den Frequenzgang der Video-Endstufe in starkem Maße verschlechtern kann. Bei einem Ersatz dieser Teile ist also darauf zu achten, daß immer nur die gleiche Ausführung (Wert, Fabrikat und Typ), d. h. am besten ein Original-Fabrikteil, Verwendung findet.

Bild 4.58–5 zeigt in der vollausgezogenen Kurve den statisch ermittelten Frequenzgang der nach Bild 4.58–4 ausgelegten Entzerrer-Schaltung. Zum Vergleich dazu diene der jeweilige Frequenzgang mit einem Schichtwiderstand (punktierte Kurve) und einem Drahtwiderstand falscher Ausführung (strichpunktierte Kurve). Wir erkennen, daß sich die Eigenschaften der Schaltung stark verändern, wenn beim Auswechseln des frequenzbestimmenden Drahtwiderstandes R_a kein Originalstück verwendet wird.

4.59 Einige Beispiele der Fehlersuche

Der Abschnitt 4.4 Systematische Fehlerortung nach Tabelle bietet eine Menge Anhaltspunkte für das Auffinden von Fehlerquellen, nachdem wir ihre Auswirkung auf Raster, Bild, Ton oder andere Indikatoren durch eine Vorprüfung bestimmt und analysiert haben.

Hier sollen drei Beispiele der Fehlersuche aus der täglichen Praxis angeführt werden, bei denen sich zeigt, daß die Handhabung nach der Fehlertabelle allein noch keinen Erfolg verbürgt, ja, daß es nicht einmal ausschließlich auf allgemeine Kenntnisse in der Empfangs-, Reparatur- und Meßtechnik ankommt, sondern auf die Fähigkeit, kausal zu denken. Das Wechselspiel von Ursache und Wirkung beherrscht die ganze Fehlerortung.

1. Beispiel

Das Bild läuft von oben nach unten durch und läßt sich nicht mit dem Vertikal-Bildfangeinsteller einfangen.

Bezogen auf die Gliederung unseres Fehlerortungs-Systems würde also diese Fehlerbeschreibung mit ● ▨ ● symbolisiert werden. Beim Nachschlagen der mit diesem Zeichen versehenen Hinweise (s. Abschnitt 4.46) finden wir auf Seite 226 dann folgende Angaben:

Näherer Befund:

Zeilensynchronisation in Ordnung, Vertikal-Synchronisation versagt völlig oder zeitweise.

Mögliche Ursachen:

a) Empfänger übersteuert.
b) Bildsignal wird in der Video-Endstufe begrenzt.
c) Schirmgitterspannung der Impulsabtrennröhre zu klein.
d) Integrationsglied defekt, ggf. — wenn vorhanden — auch der Bildimpulsverstärker.
e) Fehler im Netzwerk am Eingang der Impulsabtrennstufe. Kapazitätsverlust des Ankopplungskondensators oder Unterbrechung eines Parallelwiderstandes.
f) Steuergenerator der Vertikal-Endstufe defekt.

Fehlersuche bzw. Abhilfe bei:

a) Regelspannungen überprüfen, evtl. Antenneneingang mit Dämpfungsglied versehen (4.22), Niedervolt-Elko in der Regelleitung durchmessen.
b) Arbeitspunkteinstellung mit dem Oszillografen überprüfen, ggf. korrigieren.
c) Schirmgitterspannung messen. Evtl. Potentiometer nachstellen.
d) Oszillogramme am Integrationsglied aufnehmen, ggf. Röhre (Impulsverstärker) auswechseln. Betriebsspannungen messen.
e) Kondensatoren versuchsweise auswechseln und Widerstände mit Ohmmeter überprüfen.
f) RC-Glied und Dämpfungswiderstand des Vertikal-Steuergenerators prüfen.

Der Praktiker faßt die Aussagen zusammen und stellt folgendes fest:

a...b) Eine Übersteuerung des Empfängers liegt nicht vor, auch wird das Bildsignal nicht im Videoverstärker begrenzt. Die Vertikalsynchronisierung bleibt auch gestört, wenn das Gerät mit extrem kleiner Antennenspannung betrieben wird.

c...d) Der Bildkipposzillator — hier ein Sperrschwinger — wird nicht synchronisiert; er arbeitet im freischwingenden Zustand.

f) Die Grundfrequenz des Sperrschwingers und deren Variationsbereich durch den Vertikal-Bildfangeinsteller haben sich von der normmäßigen Synchronfrequenz (50 Hz) so weit verschoben, daß keine Synchronisierung mehr möglich ist.

Welche der beiden verbleibenden Ursachen (c . . . d oder f) das Ausfallen der Synchronisierung in unserem Beispiel zur Folge hat, läßt sich aus der Arbeitsweise des Sperrschwingers und seiner Synchronisierung ableiten.

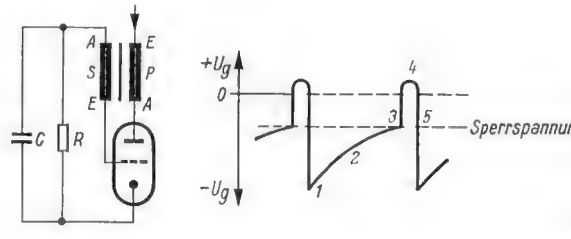


Bild 4.59–1 Prinzipschaltung eines Sperrschwingers und Spannungsverlauf am Steuergitter

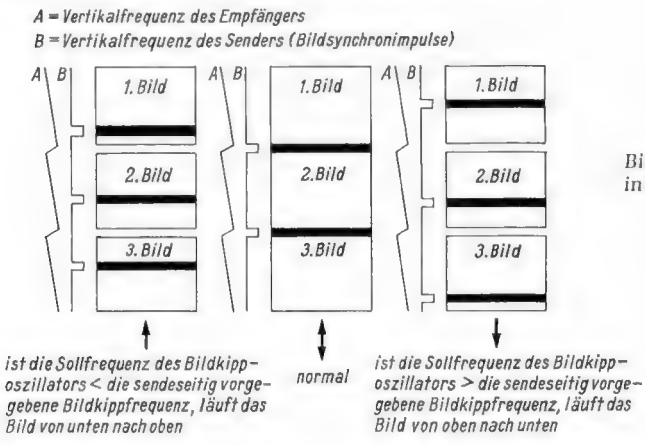


Bild 4.59–2 Erkennen eines Fehlers in der Vertikalsynchronisation

Der Sperrschwinger **(Bild 4.59–1)** ist an sich eine normale Rückkopplungsschaltung, bei der die Kopplung zwischen Anoden- und Gitterkreis äußerst fest ist. Man wählt im allgemeinen dafür einen Transformator mit Eisenkern. Bei einer so festen Kopplung schwingt der Oszillator beim Einschalten sofort mit großer Amplitude an. Zum besseren Verständnis des Schwingungsvorganges diene die Darstellung des Spannungsverlaufes am Gitter der Oszillatorröhre.

Bei 1 liegt der Anfang der Kippschwingung. Der Kondensator C ist negativ aufgeladen und die Röhre gesperrt. Das Gitter der Röhre ist also negativ gegen Katode. Über den Widerstand R beginnt nun die im Kondensator gespeicherte Elektrizitätsmenge abzufließen, womit der Potentialunterschied zwischen Gitter und Katode sinkt (2). Dieser wird schließlich so gering, daß die Röhre geöffnet wird und ein Anodenstrom zu fließen beginnt (3). Der Anodenstrom verursacht an der Primärwicklung des Transformators einen Spannungsabfall, der über den Weg der Rückkopplung das Gitter der Röhre weiter positiver macht. Dadurch steigt der Anodenstrom, was abermals eine Erhöhung des Gitterspannungsniveaus zur Folge hat (4). Das Gitter wird schließlich so stark positiv, daß es anfängt, Gitterstrom zu ziehen, wodurch sich eine negative Spannung einstellt. Folglich ladet sich der Kondensator C wieder auf (5). Das Gitter wird stark negativ und die Röhre gesperrt (1). Der nun abgeschlossene Vorgang beginnt von neuem.

Die Synchronisierung des Sperrschwingers erfolgt mit positiven Impulsen am Gitter der Röhre, wodurch der Gitterstromeinsatz und damit das „Kippen des Oszillators" früher beginnen. Es verkleinert sich also die Frequenz der Impulsfolge, und die durch den Kippvorgang gesteuerte Ablenkung tritt früher als im Normalfall ein.

Nach dieser Betrachtung scheint auch die unter b) angenommene Ursache nicht vorzuliegen, denn durch das „langsame Laufen" des Kipposzillators von Natur aus würde beim Aussetzen der Synchronisation das Bild von unten nach oben wandern **(Bild 4.59–2)**. Weiterhin müßte das Bild wenigstens *kurzzeitig* mit dem Vertikal-Bildfangeinsteller, der ja die Eigenfrequenz des Sperrschwingers in einem bestimmten Bereich zu ändern gestattet, einzufangen sein. Die Bestätigung dieser Annahme liefert der Oszillograf. Mit ihm läßt sich feststellen, daß die Bildsynchronimpulse an der Integrationskette in voller Höhe vorhanden sind **(Bild 4.59–3)**.

Es bleibt also nur übrig, der Ursache c) nachzugehen. Eine oszillografische Aufnahme des Spannungsverlaufes am Gitter der Sperrschwingerröhre zeigt, daß auf einen Synchronimpuls zwei (oder mehr) Kippvorgänge des Oszillators kommen **(Bild 4.59–4)**.

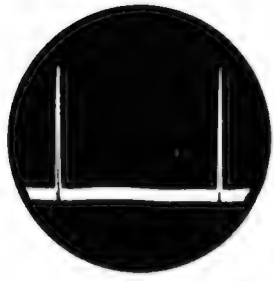


Bild 4.59–3 Vom Sender vorgegebene Impulse für die Synchronisation des Sperrschwingers

Bild 4.59–4 Grundfrequenz des Sperrschwingers zu hoch, Synchronisation nicht möglich

Der Kipposzillator schwingt infolgedessen mit einer zu hohen Grundfrequenz.

Aus der Arbeitsweise des Sperrschwingers geht hervor, daß R und C frequenzbestimmende Teile sind. Eine Erhöhung der Kippfrequenz – wie soeben festgestellt – bedeutet daher eine Verringerung des Produktes aus R und C. Erfahrungsgemäß kann sich aber der Wert eines Widerstandes nur erhöhen, nie verringern. Es kommt also nur eine Veränderung des Kondensators in Betracht. Wir können vermuten, daß sich der Isolationswiderstand des Kondensators verringert hat und als Shunt zum frequenzmitbestimmenden Widerstand R liegt. Die Prüfung des Kondensators bestätigt die Vermutung. Er wird gegen einen neuen ausgewechselt, und der Empfänger ist wieder in Ordnung.

2. Beispiel

Die Zeile läßt sich nicht synchronisieren. Auf dem Bildschirm zeigen sich schräg verlaufende Streifen, die sich beim Betätigen des Horizontal-Bildfangeinstellers nicht oder nur geringfügig verändern.

Der vorliegende Fall wäre nach unserem Fehlerortungssystem mit ● ◍ ● zu kennzeichnen. Beim Nachschlagen der mit diesem Zeichen versehenen Hinweise, Abschnitt 4.46, finden wir auf Seite 224 folgende Angaben:

Näherer Befund:

Vertikal-Synchronisation in Ordnung, Zeile kippt aus.

Mögliche Ursachen:

a) Phasenvergleichsstufe defekt.
b) Steuergenerator für die Zeilenablenkung (Horizontal-Steuergenerator) defekt.

Fehlersuche bzw. Abhilfe bei:

a) Form der Oszillogramme kontrollieren, Dioden prüfen, ggf. auswechseln.
b) Röhre (des Horizontal-Steuergenerators) auswechseln, Frequenz und Oszillogramme kontrollieren.

Der Praktiker stellt nun für die möglichen Ursachen folgende Überlegungen an:

a) Der Horizontal-Steuergenerator wird von der Phasenvergleichsstufe nicht richtig nachgesteuert.
b) Die Grundfrequenz des Horizontal-Steuergenerators und deren Variationsbereich durch den Horizontal-Bildfangeinsteller haben sich von der normmäßigen Synchronfrequenz (15 625 Hz) so weit verschoben, daß keine Synchronisierung mehr möglich ist.

Welche dieser beiden Ursachen das Ausfallen der Synchronisierung in unserem Fehlerbeispiel zur Folge hat, läßt sich aus der Arbeitsweise des Horizontal-Steuergenerators – hier ein Sinusoszillator unter Verwendung der Röhre ECH 81 – und seiner Nachsteuerung ableiten.

Die Schaltung zeigt **Bild 4.59–5.** Wir erkennen, daß die Gitter 1, 2 und 4 des Heptodensystems von der ECH 81 als Os-

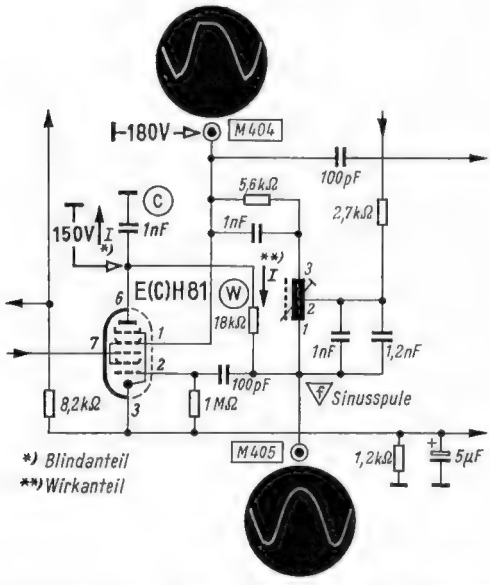


Bild 4.59–5 In älteren Geräten häufig angewendete Schaltung eines Horizontal-Steuergenerators (Sinusoszillator)

zillator geschaltet sind. Am Gitter 1 liegt hierbei der Schwingkreis, der auf die Sollfrequenz der Zeile (15 625 Hz) abgestimmt ist. Die Verstimmung des Oszillators erfolgt mit Hilfe des Anodenstroms des Heptodenteiles, dessen Größe durch die Vorspannung am Gitter 3 beeinflußt wird. Wie weiter in der Schaltung dargestellt, teilt sich der Anodenstrom in zwei Teile auf. Der eine Teil fließt über den Kondensator C zur Masse ab und der andere über den Widerstand W in den Schwingkreis. Da die Teilströme Schaltelemente mit verschiedengearteten Impedanzen durchfließen, sind sie gegeneinander phasenverschoben. Insbesondere der Anteil, der durch den Schwingkreis fließt, ist gegenüber dem Gesamtanodenstrom und damit gegen die Schwingkreisspannung phasenverschoben. Dieser Strom übt auf die Schwingung des Oszillators zwei Wirkungen aus:

1. Der Strom, der durch den Kondensator fließt (Blindanteil) und gegen die Schwingkreisspannung phasenverschoben ist, ändert in bekannter Weise die Eigenfrequenz des Oszillators.

2. Der Strom, der über den Widerstand fließt (Wirkanteil), vergrößert die scheinbare Dämpfung des Schwingkreises (was sich wie eine Verkleinerung des Resonanzwiderstandes auswirkt) und damit die verstimmende Wirkung der Blindkomponente.

Die Vorspannung (Regelspannung) am Gitter 3 erhalten wir durch Gleichrichtung der Synchronimpulsspitzen, wobei die Spannungsgröße von der Lage des Impulses zu dem vom Zeilentransformator abgeleiteten Vergleichsimpuls abhängt **(Bild 4.59–6).**

Stimmt die Frequenz des Zeilenoszillators mit der Frequenz der vom Sender vorgegebenen Synchronimpulse überein, so befinden sich beide Impulse in Phase, und an den Dioden entstehen gleiche Spannungen mit entgegengesetzter Polarität. Durch beide Dioden fließen gleiche Ströme, die nun am Gitter 3 der Röhre ECH 81 die Regelspannung Null ergeben.

Weicht die Oszillatorfrequenz in der einen oder anderen Richtung von der Impulsfre-

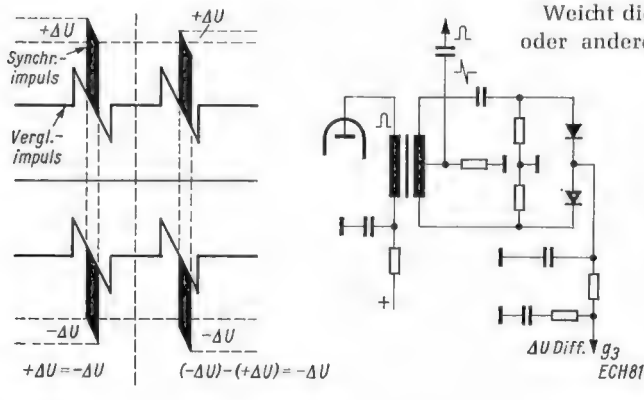
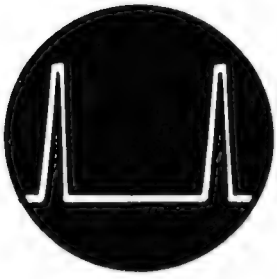
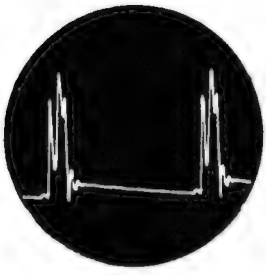


Bild 4.59–6 Prinzip des Phasenvergleiches



a



b

Bild 4.59–7 Zeilensynchronisierimpulse
a) ideal b) in der Praxis

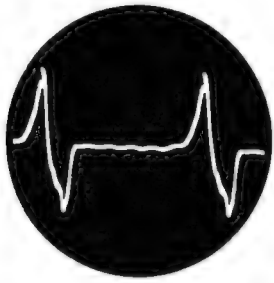


Bild 4.59–8 Differenzierter Zeilenrücklaufimpuls

quenz ab, so ändert sich die Phasenlage der beiden Impulse, und es entstehen an den Dioden ungleiche Spannungen. Als Folge davon fließen durch die Dioden unterschiedliche Ströme. Es bildet sich jetzt am Gitter 3 der Röhre ECH 81 eine resultierende Spannung, die den Anodenstrom dieser Röhre und damit die Frequenz des Oszillators ändert.

Nach diesen Betrachtungen ist leicht einzusehen, daß eine nähere Lokalisierung der Fehlerquelle erst durch Verbinden von Gitter 3 der Röhre ECH 81 mit Masse möglich ist, weil dann der Sinusoszillator von der Phasenvergleichsstufe nicht mehr beeinflußt werden kann.

Ist der Sinusoszillator in Ordnung, so lassen sich jetzt die auf dem Bildschirm schräg verlaufenden Streifen beim Betätigen des Horizontal-Bildfangeinstellers deutlich verändern, gegebenenfalls läßt sich auch die Zeile kurzzeitig einfangen.

In unserem Fall arbeitet der Sinusoszillator einwandfrei.

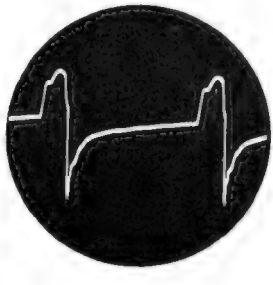
Es bleibt jetzt nur übrig, die Phasenvergleichsstufe zu untersuchen. Hierzu bedienen wir uns eines Oszillografen. Er soll unsere Überlegungen bestätigen, und mit ihm nehmen wir also die nähere Fehlerortung vor.

Zunächst oszillografieren wir den vom Sender vorgegebenen Horizontal-Synchronimpuls, und zwar an der Primärwicklung des Impulstransformators. Dieser Impuls hat im Idealfall die im **Bild 4.59–7a** dargestellte Form; in der Praxis sieht er jedoch meist so aus, wie in **Bild 4.59–7b** wiedergegeben.

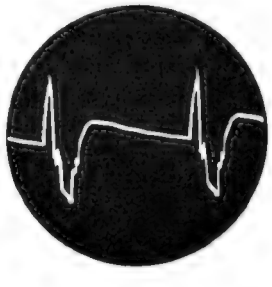
Wir stellen fest, daß in unserem Fall ein solcher Impuls vorhanden ist. Dies war zu erwarten, da bei fehlendem Horizontalimpuls in der vorliegenden Schaltung auch kein Vertikalimpuls auftreten würde und somit nicht nur eine Störung der Horizontal-, sondern auch der Vertikal-Synchronisierung eintreten müßte.

Eine weitere Messung ergibt, daß der von der Horizontal-Endstufe abgeleitete Vergleichsimpuls an der Sekundärwicklung des Impulstransformators gleichfalls einwandfrei ist **(Bild 4.59–8)**.

Bild 4.59–9 Addition des Zeilensynchronisierimpulses nach Bild 4.59–7b und des differenzierten Zeilenrücklaufimpulses nach Bild 4.59–8 in einer Phasenvergleichsstufe



a



b

Dagegen zeigen uns die oszillografischen Aufnahmen der Summe beider vorgenannter Impulse vor den Dioden, daß sie nicht – wie es richtig wäre – den **Bildern 4.59–9a** und **–9b** entsprechen. Synchron- und Vergleichsimpuls sind vorhanden, aber völlig undefinierbar.

Die Fehlerquelle ist an sich damit gefunden, sie kann nur in dem Schaltungszweig der Phasenvergleichsstufe (bestehend aus je zwei Kondensatoren, Widerständen und Dioden) liegen. Daher bedienen wir uns nun eines Volt- und Ohmmeters. Mit dem Voltmeter messen wir die Richtspannung an den Arbeitswiderständen der Dioden. Hierbei ist festzustellen, daß die Richtspannung in einem Zweig der Phasenvergleichsstufe gegenüber den Angaben im Service-Schaltbild sehr groß ist, dagegen in dem anderen Zweig völlig fehlt. Diese Verhältnisse können nur entstehen, wenn in einem Schaltungszweig ein Kurzschluß besteht. Mit dem Ohmmeter bestätigen wir unsere Vermutung. Wir messen, daß der Kondensator vor der Diode einen Isolationsfehler aufweist.

3. Beispiel

Außer einer horizontalen hellen Linie in der Bildschirmmitte ist nichts zu sehen. Gemäß unserem Fehlerortungs-System ist der vorliegende Fehler nach ◍ ● ● einzugliedern. Beim Nachschlagen der mit diesem Zeichen versehenen Hinweise (Abschnitt 4.48) finden wir auf Seite 242 folgende Angaben:

Näherer Befund:

Es erscheint nur eine horizontale helle Linie in der Schirmmitte.

Mögliche Ursachen:

a) Steuergenerator für Bildablenkung arbeitet nicht.
b) Bildkipp-Endstufe defekt.
c) Bildablenkspule unterbrochen.

Fehlersuche bzw. Abhilfe:

a) Betriebsspannungen messen. Transformator oder Spule mit Ohmmeter prüfen. Ggf. Röhre auswechseln.
b) U_{g2} und U_k der Bildkipp-Endröhre nachmessen. Röhre ggf. auswechseln. Oszillogramm an der Anode kontrollieren. Bildkipp-Transformator mit Ohmmeter prüfen.
c) Mit Ohmmeter auf Durchgang prüfen.

In diesem Fall sind die Angaben im Fehlerortungs-System bereits so spezifiziert, daß der Praktiker nur festzustellen hat, ob der Fehler vor oder hinter der Bildkipp-Endstufe liegt. Seine Prüfungen richtet er auf die Arbeitsweise der Vertikalablenkung im Fernsehgerät aus. Im allgemeinen entspricht die Schaltung der Vertikalablenkung der eines normalen Leistungsverstärkers. Folglich wird man bei der groben Fehlerortung in der Vertikal-Ablenkstufe wie bei einem Nf-Verstärker verfahren. Durch Berühren des Steuergitters der Bildkipp-Endröhre mit dem Schraubendreher oder auch mit dem Finger sind die ersten näheren Angaben über den Fehlerort zu erhalten. Wird hierbei die helle horizontale Linie auf dem Bildschirm breiter, so ist die Bildkipp-Endstufe in Ordnung, der Fehler ist im Steuergenerator zu suchen. Zeigt sich keine Veränderung der Linie, so liegt die Störung in der Bildkipp-Endstufe.

In unserem Fall erweist sich die Bildkipp-Endstufe als fehlerhaft. Wenn wir eine einwandfreie Röhre in dieser Stufe voraussetzen, werden U_{g2} und U_k gemessen. Wir stellen fest, daß beide Spannungen mit den Angaben im Service-Schaltbild übereinstimmen. Als Fehlerursache kommt jetzt nur noch ein defektes Teil im Sekundärkreis des Ausgangstransformators in Betracht. Wir prüfen die Teile mit dem Ohmmeter. Zuvor ziehen wir den Stecker der Ablenkeinheit, damit die Sekundärwicklung und die Ablenkspule gesondert durchmessen werden können. Die Untersuchung der Ablenkspule ergibt, daß der mit ihr in Reihe liegende NTC-Widerstand defekt ist **(Bild 4.59–10)**. Nähere Angaben über NTC-Widerstände finden wir unter 4.526.

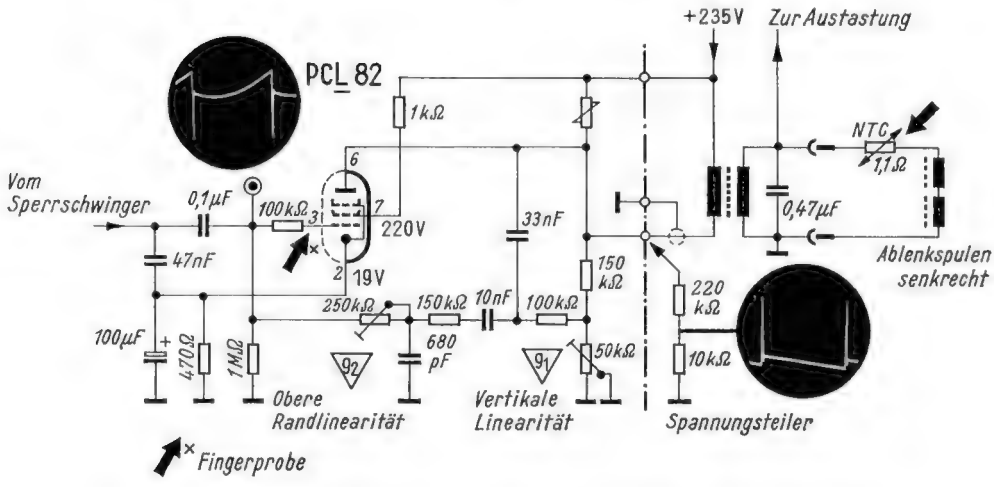


Bild 4.59–10 Vertikal-Endstufe mit einem NTC-Widerstand in der Ablenkspule

4.6 Aufbau und Abgleich der Hf- und Zf-Stufen

4.61 Einleitung

Die einwandfreie Funktion eines Fernsehempfängers hängt nicht zuletzt davon ab, daß alle seine Filter – gleich, wo und in welcher Zusammensetzung sie sich befinden – richtig abgestimmt sind und die Durchlaßkurven nach Form und Frequenzlage den gegebenen Bedingungen entsprechen.

Da nun die frequenzbestimmenden Elemente der Filter – wie Spulen und Kondensatoren – Material- und Fertigungstoleranzen aufweisen und weiterhin nach ihrer Anwendung in bestimmten Empfängerstufen die Streuungen der Verstärkerelemente (Röhren, Transistoren, Integrierte Schaltungen) mitwirken, ist das Einhalten der Resonanzbedingungen nur dann möglich, wenn einzelne Elemente um einen gewissen Betrag in ihrem induktiven oder kapazitiven Wert verändert werden können. Die auf diese Weise erreichbare genaue Abstimmung, mit Hilfe von hochwertigen Meßgeräten erstmalig im Prüffeld der Fabrik vorgenommen, nennt man allgemein *Abgleich*. Sollten dann später durch bestimmte Umstände, z. B. in älteren Geräten nach Auswechseln von defekten bzw. emissionsschwachen Röhren aus dem Tuner oder Zf-Verstärker, aber auch allein durch Alterungserscheinungen von bestimmten Kondensatoren und Spulen, Verstimmungen auftreten, so hat der Servicetechniker die Aufgabe, den ursprünglichen, in der Fabrik erreichten Abgleichzustand wieder herbeizuführen. Dabei ist je nach dem Grad der Verstimmung zwischen *Nachstimmen* und *Neuabgleich* zu unterscheiden.

Diese Arbeit, insbesondere der Neuabgleich, erfordert große Umsicht und viel Fingerspitzengefühl. Nur wer den konstruktiven und elektrischen Aufbau der betreffenden Stufen kennt und sich über den Sinn und die Methoden des Abgleichs völlig im klaren ist, wird ihn erfolgreich vornehmen können. Planloses Verstellen einzelner Spulenkerne (Induktivitätsänderungen) oder Trimmer (Kapazitätsänderungen) bringt immer eine starke Verstimmung mit sich, deren Folgen

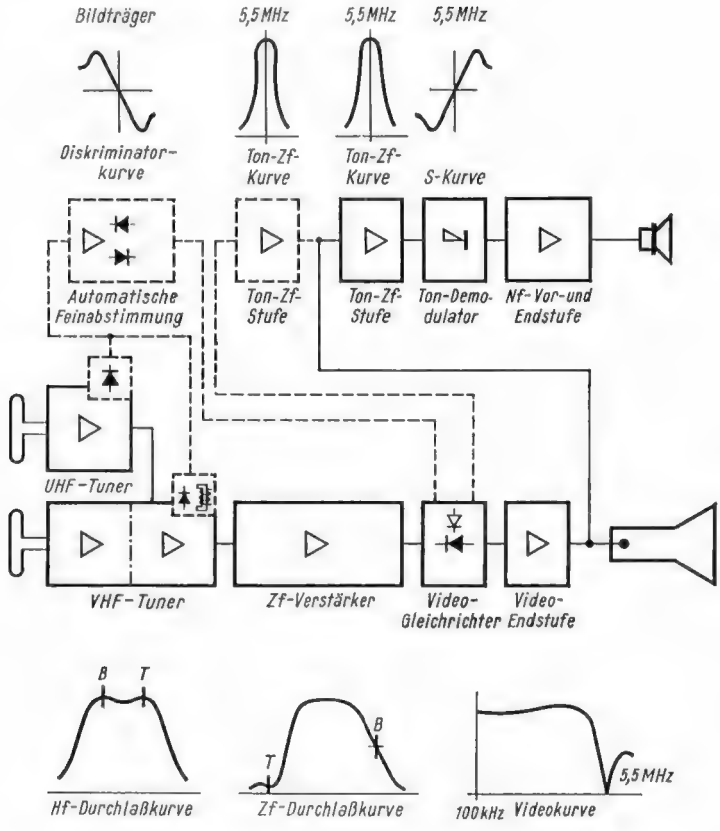


Bild 4.61–1 Nachstimmöglichkeiten im Schwarzweiß-Fernsehempfänger

oft schwer zu beseitigen sind. Daß zum Abgleich auch einige gute Spezialgeräte, wie Wobbler, Meßsender/Eichmarkengeber, Oszillograf, elektronische Voltmeter, sowie verschiedene Hilfsmittel (Abgleichwerkzeuge, Aufblashaube, Trennkondensator, Adapter, Vorspannungsquelle usw.) benötigt werden, ist schon an anderer Stelle gesagt worden (siehe die Abschnitte 2.21/2.44/2.45/3.4/3.5).

Im Schwarzweiß-Fernsehgerät gibt es folgende Baugruppen, in denen der Frequenzgang durch äußere Eingriffe beeinflußt werden kann **(Bild 4.61–1)**:

VHF-, UHF-Tuner bzw. Mehrbereich-Tuner

Bild-Zwischenfrequenzverstärker (Bild-Zf-Verstärker)

Ton-Zwischenfrequenzverstärker (Ton-Zf-Verstärker) mit *FM-Demodulator*

Videoverstärker durch 5,5-MHz-Tonsperre

Komplex der *automatischen Feinabstimmung, Abstimmanzeige* usw.

Wir müssen also schon genau wissen, für welche Fehlersymptome welche Stufe oder welches Organ verantwortlich gemacht werden kann. Einige Anhaltspunkte hierfür

bieten die Abschnitte 4.42 bis 4.48 des Kapitels „Systematische Fehlerortung nach Tabelle".

An dieser Stelle soll noch auf einen häufig gemachten Fehlschluß hingewiesen werden. Da wird mitunter, wenn das Bild unscharf und verrauscht ist, oder der Befund vorliegt *Bild flau, keine Empfindlichkeit*, der Versuch gemacht, den Zf-Verstärker nachzustimmen. Wir müssen aber bedenken, daß bei einem solchen Befund auch Einzelteildefekte im Hf-, Zf-, Video- oder Regelspannungsteil die Ursachen sein können. So sei erwähnt, daß beispielsweise ein falsch eingestelltes Potentiometer für den Einsatzpunkt der verzögerten Regelspannung für die Hf-Vorstufe eine Unempfindlichkeit des Gerätes vortäuschen kann. Das Nachstimmen der Hf- und Zf-Stufe wird daher keine Besserung, sondern womöglich eine Verschlechterung bringen. Zieht man das Fazit aus diesen Überlegungen, so ist der Verdacht auf eine Verstimmung nur berechtigt, wenn mit Gewißheit feststeht, daß keine andere Fehlerquelle im Gerät vorliegt, die ähnliche Symptome wie die einer Verstimmung verursacht. Die Bestätigung für Verstimmungsfehler ergibt sich aus der oszillografierten Durchlaßkurve, wenn sie von der Norm abweicht.

In den folgenden Abschnitten wird beschrieben, wie man die Kurven des Hf-, Zf- und Ton-Zf-Verstärkers sowie des FM-Demodulators aufnimmt, auswertet und gegebenenfalls korrigiert. Es kann allerdings nur Grundsätzliches darüber ausgesagt werden. Genaue, auf das jeweilige Gerät bezogene Anweisungen vermitteln die Service-Informationen der Gerätehersteller, zumal hierin die Abgleichorgane und Meßpunkte sowie die Sollkurven und Meßfrequenzen verzeichnet sind. Man sollte diese Unterlagen stets zur Hand haben, auch und insbesondere von den Typen der zurückliegenden Baujahre, weil eine Anfälligkeit für Verstimmungen bei älteren Geräten naturgemäß größer ist als bei neueren Empfängern.

Liegen über das zu untersuchende Gerät in der Werkstatt keine Fabrikanweisungen vor und können diese von der Fabrik bzw. ihrer Niederlassung auch nicht oder nicht zeitgerecht bezogen werden, so ist man genötigt, nach allgemeinen Erfahrungsgrundsätzen vorzugehen.

4.62 Allgemeines über die Kontrolle und Durchführung des Abgleichs im Service

4.621 Vorbemerkungen

Für die schnelle und exakte Kontrolle des Abgleichzustandes eines Fernsehempfängers bedienen wir uns eines Wobblers mit Markengeber (siehe Abschnitt 2.45/3.5), der das Aufzeichnen von Durchlaßkurven im Zusammenwirken mit einem Oszillografen (Abschnitt 2.44/3.4) gestattet (dynamisches Verfahren). Man kann die Durchlaßkurve des VHF-(UHF-)Tuners, des Zf-Verstärkers, des Ton-Zf-Verstärkers und einzelner Stufen dieser Baugruppen und auch die Durchlaßkurve vom Tuner und Zf-Verstärker zusammen aufnehmen.

Der Markengeber ermöglicht bekanntlich ein genaues Ausmessen der aufgezeichneten Kurven. Resonanzfrequenzen der einzelnen Kreise und die Bandbreiten der Durchlaßkurven lassen sich leicht damit ermitteln. Durch Mischung der variablen Markengeberfrequenz mit einer Festfrequenz von 5,5 MHz entstehen im Abstand von 5,5 MHz Marken auf der Kurve, mit denen man die Lage des Ton- und Bildträgers fixieren kann. Der zusätzliche 5,5-MHz-Oszillator sollte aber – wie schon an anderer Stelle gesagt – quarzgesteuert sein. Mit ihm läßt sich dann auch der Ton-Zf-Verstärker sehr genau kontrollieren und abgleichen.

In diesem Zusammenhang sei noch bemerkt, daß bei der Frequenzortung durch den Markengeber auf der Durchlaßkurve außer dem eigentlichen Pip mitunter *Gastpips* erscheinen. Solche unerwünschten, weil irritierenden Fremdmarken können sich ausbilden, wenn von anderen Arbeitsplätzen in der Werkstatt, ja sogar von benachbarten starken Fernsehsendern, irgendwelche Hochfrequenzschwingungen ausstrahlen, die in demselben Frequenzbereich liegen, in dem

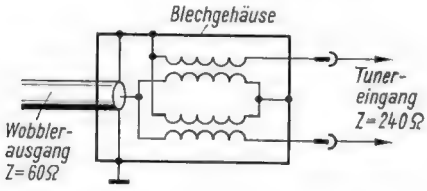


Bild 4.62–1 Breitbandiges Anpassungs- und Symmetrierglied

man gerade Messungen vornimmt. Wenn es nicht gelingt, diese Störungen unwirksam zu machen, so müssen wir uns die Lage der Fremdmarken merken, damit sie später beim Messen mit dem Markengeber nicht versehentlich mit der Meßmarke verwechselt werden.

Nach Abschnitt 3.51 könnten wir zur Aufnahme der Durchlaßkurve auch einen Meßsender und ein Meßinstrument benutzen, indem wir die Spannungswerte in Funktion von der Meßfrequenz in ein Koordinatennetz eintragen. Dieses statische Verfahren ist aber für den Abgleich von Filtergruppen ungeeignet, da dann nach jeder Einstellung der Abgleichorgane die Kurve neu aufzunehmen wäre. Man wendet es nur bei solchen Kreisen an, wo es lediglich – dann aber sehr genau – auf die Maximal- oder Minimalamplitude ankommt, so bezüglich des Maximums beim Ton-Zf-Verstärker und wegen des Minimums bei den Fallen im Zf-Verstärker. Schließlich macht man bei starken Verstimmungen davon Gebrauch, weil das Verfahren quantitativ genauer ist; die Endkontrolle erfolgt dann aber wieder durch Sichtbarmachen der Kurve auf dem Oszillografenschirm.

4.622 Elektrische und mechanische Hilfsmittel

Anpassungs- und Symmetrierglied

Bei den Anschlüssen von Meß- und Prüfgeräten an den Fernsehempfänger spielt die Anpassung des Meßobjekts eine wichtige Rolle. Einige grundsätzliche Ausführungen darüber wurden schon im Abschnitt 3.54 gemacht. So ist z. B. bei einer Verbindung des asymmetrischen Ausgangs eines VHF-

Bild 4.62–2 Zf-Aufblaskappe für die kapazitive Ankopplung von Prüfsignalen auf ein (Noval-) Röhrensystem (Nordmende)

und/oder UHF-Wobblers (60 Ω) mit dem symmetrischen Eingang des VHF- bzw. UHF-Tuners (Antennenbuchsen) von 240 Ω ein Symmetrierübertrager zu verwenden. Er zählt zum Zubehör der meisten Service-Wobbler und ist entweder als Steckglied für das Anschlußkabel ausgebildet oder fest mit diesem verbunden. Eine Prinzipschaltung zeigt **Bild 4.62–1.**

Zf-Aufblaskappe

Im Abschnitt 4.65 „Bild-Zf-Verstärker" wird im Zusammenhang mit älteren Röhrengeräten die Aufblaskappe erwähnt. Die Aufblaskappe – auch Aufblashaube oder Meßbecher genannt – ist ein beliebtes Hilfsmittel zum kapazitiven Einkoppeln der Hf-Energie vom Wobbler in den Zf-Verstärkereingang ohne besonderen Schaltungseingriff. Sie wird an Stelle der auf der VHF-Mischröhre befindlichen Abschirmkappe auf die Röhre gesteckt. Ist eine derartige Haube in der Werkstatt nicht vorhanden – man kann sie von einigen Meßgeräte-Herstellern als Zubehör erhalten **(Bild 4.62–2)** –, so stellt man sich diese aus einer normalen Röhrenabschirmkappe her. **Bild 4.62–3** zeigt eine Ausführung mit Bajonettverschluß. Bei andersgearteten Kappen, z. B. mit Schraubverschluß, behält man die grundsätzliche Ausführung bei, versieht jedoch die Führung zur Röhrenfassung mit einem Klemmverschluß. Der notwendige Abschlußwi-

Bild 4.62–3 Aufblashaube mit Bajonettverschluß für den Oszillator- und Zf-Abgleich

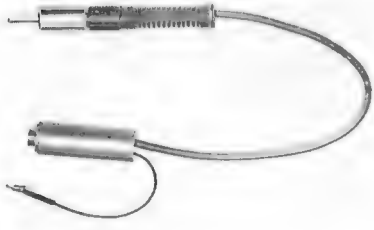


Bild 4.62–4 Zf-Magnetclip für die induktive Ankopplung von Prüfsignalen in Tuner und Zf-Verstärker. Unmittelbare Masseverbindung durch den Gehäusekörper (Nordmende)

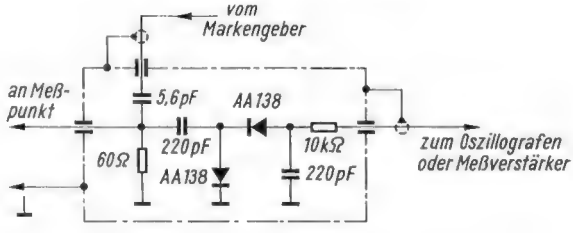


Bild 4.62–5 Schaltung eines Diodentastkopfes mit 60-Ω-Eingang

derstand soll so kurz wie möglich einerseits an das Kabelende, anderseits an Masse angelötet werden. An dieser Stelle sei noch ein Zf-Magnetclip erwähnt **(Bild 4.62–4)**, das für nahezu alle Tuner und Zf-Verstärkertypen geeignet ist.

Diodentastköpfe

Zur oszillografischen Darstellung von Durchlaßkurven ist der hochfrequente Träger zu demodulieren. Hierzu benötigen wir Diodentastköpfe, sofern im zu prüfenden Gerät nicht bereits eine Gleichrichtung erfolgt, wie etwa beim Videogleichrichter oder bei der Mischstufe eines VHF-Röhrentuners.

Im allgemeinen Fall muß der Diodentastkopf hochohmig und von kleiner Eingangskapazität sein, um das Meßobjekt, z. B. eine einzelne Zf-Stufe, so wenig wie möglich zu belasten.

Zur Darstellung der Durchlaßkurven an den Meßpunkten der transistorisierten VHF- und UHF-Tuner ist ein Diodentastkopf erforderlich, den man sich nach der im **Bild 4.62–5** angegebenen Schaltung leicht selbst herstellen kann. Den Eingang bildet der Abschlußwiderstand (60 Ω) zum Meßobjekt. Hier wird auch über den Kondensator von 5,6 pF das Signal des Markengebers eingespeist. Die Verwendung je einer Germaniumdiode im Längs- und Querzweig der Anordnung vergrößert die Meßspannung und verhindert, daß Restspannungen des Oszillators die Kurvendarstellung beeinflussen. Als Kurzschluß für den Hf-Kreis des Tastkopfes dient ein Keramikkondensator von 220 pF. Ein 10-kΩ-Widerstand in der

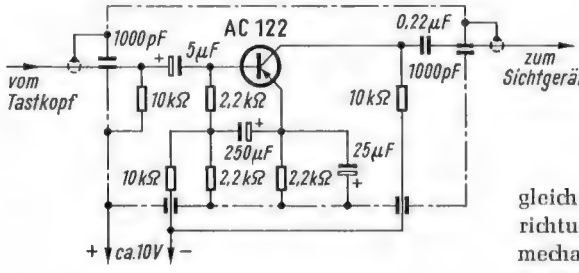


Bild 4.62–6 Schaltung eines Zusatzverstärkers für die oszillografische Darstellung von Hf-Durchlaßkurven

Leitung zum Oszillografen dient zur Entkopplung.

Zusatzverstärker für Oszillografen (Anzeigeverstärker)

Bei der Darstellung von Hf-Durchlaßkurven, insbesondere der UHF-Tuner, wird die über den Diodengleichrichter für den Oszillografen verfügbare Spannung oft – selbst bei richtig abgeglichenem Tuner – so gering sein, daß kein einwandfrei auswertbares Oszillogramm mehr entsteht. Der übliche Service-Oszillograf reicht also hierfür mit seiner Empfindlichkeit nicht aus. Ist zudem – wie in vielen Servicefällen – der Tuner verstimmt, so sind die Verhältnisse noch ungünstiger. Führt man Abgleicharbeiten an Tunern öfter aus, so sollte man einen kleinen Verstärker (mit etwa 10...30facher Spannungsverstärkung) vor den Oszillografen schalten. Einen solchen Zusatzverstärker, der auch für andere Zwecke nützlich ist, kann man sich mit einem Nf-Transistor und geringem Schaltmittelaufwand leicht selber bauen. **Bild 4.62–6** gibt eine dafür erprobte Schaltung an. Bei der geringen Verstärkung ist der Aufbau nicht kritisch; allerdings muß man besonderes Augenmerk auf eine gute Masseverbindung richten. Zur Stromversorgung kann man Batterien oder ein Netzgerät verwenden. Eine Batterie überbrücke man mit einem Kondensator von 50...100 µF, um ihren mit zunehmender Alterung ansteigenden Wechselstromwiderstand stets genügend klein zu halten.

Mechanische Hilfsmittel

Neben den elektrischen Geräten empfiehlt sich als mechanische Hilfe beim Tunerabgleich die Verwendung einer Aufnahmevorrichtung, die den Tuner für den Abgleich mechanisch fixiert, wobei alle Abgleichpunkte zugänglich bleiben. Ferner sind Schraubendreher und – besonders bei älteren Tunerausführungen – Abgleichstifte (ca. 3 mm Ø) mit Schraubendreheranschliff sowie für den Lamellenabgleich der UHF-Tuner ein kleiner Drahthaken erforderlich. Eine wichtige Rolle beim Abgleich dieser Tuner spielt der Gehäusedeckel, der bei früheren Ausführungen aus einem größeren und einem kleineren Teil besteht. Grundsätzlich darf dann beim Abgleich – wie später noch beschrieben – nur der kleinere Deckel abgeschraubt werden.

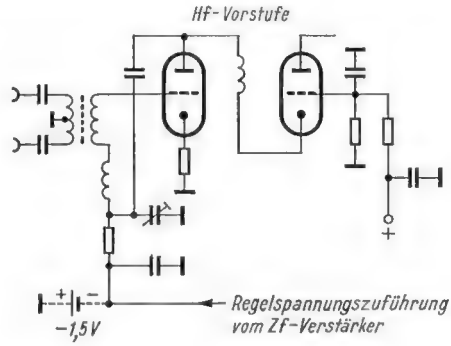
4.623 Grundsätzliche Richtlinien

1. *Netzanschluß des Fernsehempfängers aus Sicherheitsgründen nur über Trenntransformator (Leistung ≧ 300 VA, bei Farbempfängern ≧ 700 VA)*

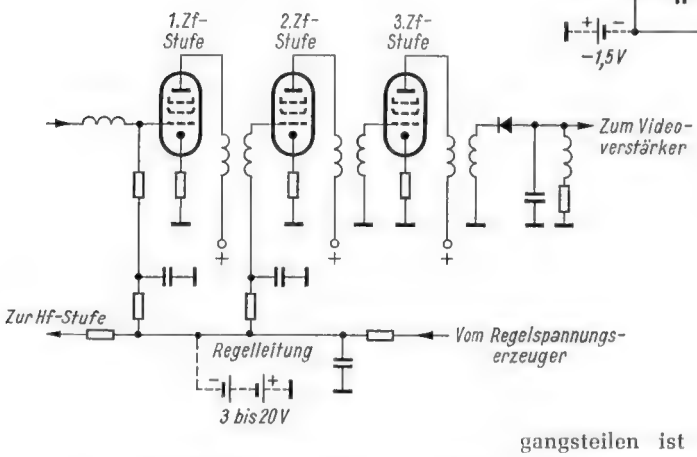
Der Abgleich soll, wie in der Fabrik, bei einer Netzspannung von 220 V ± 5 % erfolgen. Bei größeren Über- oder Unterspannungen benutze man an Stelle des normalen Trenntransformators eine Regelausführung davon (siehe Abschnitt 2.26). Eine zuverlässige Spannungskontrolle bieten die Messung der am Siebteil hinter dem Netzgleichrichter auftretenden Gleichspannung und der Vergleich mit dem entsprechenden Wert im Fabrikschaltbild.

2. *Einschalten des Fernsehempfängers und der benötigten Meßgeräte 10 bis 20 Minuten vor Beginn der Arbeiten*
3. *Verbindung der Meß- und Prüfgeräte untereinander und mit dem Anschlußpunkten des Fernsehempfängers je nach Aufgabenstellung*

Hierbei auf kurze Leitungsführung, gute Masseanschlüsse und richtige Anpassung



Rechts: Bild 4.62–7 Zuführung einer festen Vorspannung für die Hf-Vorstufe im VHF-Röhrentuner



Links: Bild 4.62–8 Zuführung einer festen Vorspannung für einen Zf-Röhrenverstärker

achten (siehe 4.622)! Die Meßschnüre dürfen keine *Brummschleifen* bilden, und der Masseanschluß am Empfänger muß immer in der Nähe des jeweiligen Meßpunktes liegen.

Beim Zusammenarbeiten von Wobbler und Oszillograf bezieht man die Zeitablenkspannung des Oszillografen (50-Hz-Netzfrequenz), wie schon bekannt, entweder vom Wobbler oder vom Netzteil des Oszillografen (3.54).

Während im ersten Fall die Synchronisierung von vornherein gesichert ist, wird sie bei der Eigenversorgung am Oszillografen durch einen besonderen Phasenregler hergestellt.

4. *Bei Kontrolle und Abgleich der VHF-Tuner und der Zf-Stufen Empfängerverstärkung konstant halten*

Zu diesem Zweck ist die Regelspannung durch eine feste Vorspannung zu ersetzen, die beim VHF-Röhrentuner 0...1,5 V beträgt. Pluspol dabei an Chassis legen (siehe **Bild 4.62–7**). Bei den transistorisierten Hf-Eingangsteilen ist zum Abgleich die Regelspannungsleitung abzuklemmen.

Um Zf-Verstärker, gleich welcher Bauart und Bestückung, abgleichen zu können, ist es notwendig, den Empfänger mit einer derartigen Eingangsspannung (Orts- oder Meßsender, Richtwert mit Rücksicht auf einen rauschfreien Empfang $\geqq 1$ mV) zu betreiben, daß der Zf-Verstärker im geregelten Zustand arbeitet. Dieser Zustand ist dann gegeben, wenn sich bei einer Änderung (Verkleinerung oder Erhöhung) der Eingangsspannung die am Videogleichrichter meßbare Richtspannung nicht mehr ändert.

Als Anhaltswerte ergeben sich folgende Regelspannungen:

bei Röhrenbestückung **(Bild 4.62–8)**: -3 V bis -20 V
bei Transistorbestückung **(Bild 4.62–9)**: $+1$ bis $+30$ V

Im Anschluß an diese Messung wird der Empfänger auf einen Leerkanal eingestellt (keine Eingangsspannung) und an dem Punkt, an dem die Regelspannung gemessen

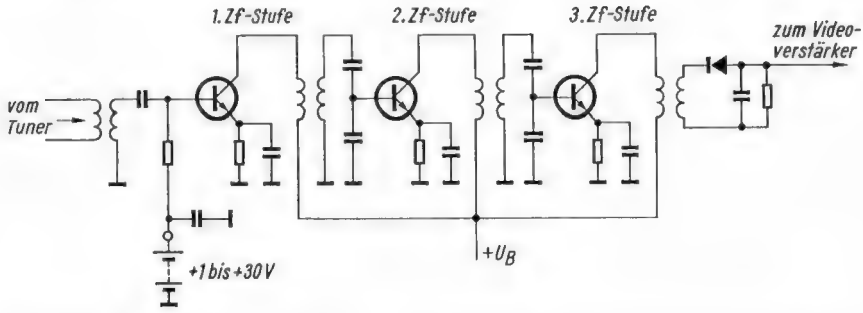


Bild 4.62–9 Zuführung einer festen Vorspannung für einen Zf-Transistorverstärker

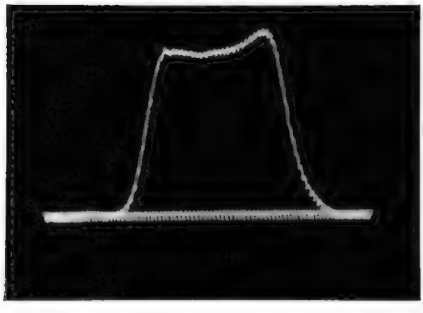


Bild 4.62–10 Zf-Durchlaßkurve mit überlagerten Zeilenrücklauf-Impulsen

wurde, eine feste Regelspannung eingespeist (niederohmige Spannungsquelle, z. B. Batterie).

In Geräten mit *getasteter* Regelung macht man – außer der Einführung der festen Vorspannung – die Regelung unwirksam, indem man den „Servicestecker" für die Zeilenendstufe zieht oder auf irgendeine andere Weise deren Stromversorgung unterbricht.

Diese Maßnahmen sind schon insofern anzuwenden, als auf der Durchlaßkurve dicht aneinanderliegende, vom Zeilenrücklauf verursachte Spitzen auftreten würden **(Bild 4.62–10).**

5. *Kurve auf dem Oszillografenschirm so darstellen, daß sie alles aussagt, was für das Beurteilen wichtig ist*

Hierzu muß man sowohl den richtigen Abtastpunkt für das Signal wählen, als auch die Meßgeräte sinnvoll einstellen.

Durchlaßkurven können in bezug auf die waagerechte Mittellinie nach oben oder unten gerichtet sein, je nach dem, wie der Gleichrichter im Meßweg zum Oszillografen und seine Y-Platten gepolt sind. Am übersichtlichsten ist eine nach oben gerichtete Kurve über einer von links nach rechts verlaufenden Frequenzachse. Ist der Gleichrichter Bestandteil des Empfängers, z. B. der Videogleichrichter, so können wir seine Polung nicht beeinflussen. Eine Richtungsänderung der Kurve wäre dann nur durch Umschalten der Y-Platten des Oszillografen möglich (siehe Abschnitt 3.46). Den Verlauf der Frequenzachse kann man gegebenenfalls durch Vertauschen der Stecker an den Buchsen der X-Ablenkung am Oszillografen erzielen. Im allgemeinen wird man aber die Kurven so darstellen, wie sie in den Service-Unterlagen abgebildet sind.

Die Breite der Schirmbildkurve hängt einerseits von der waagerechten Ablenkamplitude (Größe der X-Verstärkung des Oszillografen), anderseits vom Wobbelhub ab. Der Wobbelhub muß natürlich der Bandbreite des jeweiligen Meßobjektes angepaßt werden. Beim Aufzeichnen der Kurven von den Tunern, vom Zf- oder Video-Verstärker sollte er nicht kleiner als ± 10 MHz sein, beim Ton-Zf-Verstärker etwa ± 500 kHz betragen. Bei großem Hub ist eine Kurve von bestimmter Bandbreite enger als bei kleinem Hub (siehe Abschnitt 3.5). Aus Gründen einer möglichst guten Übersicht bei optimaler Ausnutzung der Schirmgröße bemißt man

Bild 4.62–11
Oszillografische Vergrößerung der Tontreppe

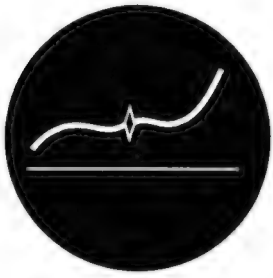


Bild 4.62–12
Oszillografische Vergrößerung der Einzugstiefe der Fallen

den Hub am besten so, daß die Kurvenbreite etwa zwei Drittel des Schirmdurchmessers einnimmt.

Das Justieren der Kurve auf Schirmmitte erfolgt durch die Wobblerabstimmung, das Verschieben der Bildlage in waagerechter oder senkrechter Richtung durch Betätigen der hierfür vorgesehenen Einsteller am Oszillografen.

Die Amplitudenhöhe verändert man durch die Einsteller für die Wobblerausgangsspannung und die Y-Verstärkung des Oszillografen.

Durch sinnvolles Kombinieren der Bedienungsvorgänge kann man auch ein besonderes Teilstück der Kurve herausschälen und im Bedarfsfall vergrößern. So stellt man z. B. mit vergrößerter Wobblerausgangsspannung und kleinem Hub bei entsprechender Wobblerabstimmung den genauen Verlauf der Tontreppe dar **(Bild 4.62–11)**, oder mit maximaler Ausgangsspannung und großem Hub den Dämpfungsverlauf der Fallen an der einen oder anderen Flanke der Zf-Kurve **(Bild 4.62–12)**.

Während die Übersteuerung als Folge der hohen Ausgangsspannungen bei den vorgenannten Teilbilddarstellungen ohne Bedeutung ist, spielt sie für voll auszuschreibende Kurven eine erhebliche Rolle. Hier sind durch die dann eintretenden Verformungen Fehldeutungen möglich **(Bild 4.62–13)**. Um davor sicher zu sein, dreht man den Einstellknopf für die Wobbler-Ausgangsspannung aus der vermeintlichen Arbeitsstellung etwas zurück und beobachtet dann, ob sich beim Verkleinern der Kurve die Form ändert. Ist das der Fall, so muß man den Knopf noch weiter zurückdrehen, bis die Veränderung der Wobblerausgangsspannung keine Verformung der Kurve mehr hervorruft.

Allgemein sollte man die Wobblerspannung so niedrig bemessen, daß die aufgezeichnete Kurve noch von einem feinen Rauschen überlagert ist **(Bild 4.62–14)**.

Stärkeres Rauschen, wie in **Bild 4.62–15** dargestellt, führt wieder zu Formveränderungen (insbesondere der Tontreppe), die nun aber auf Eigenschaften des Videogleich-

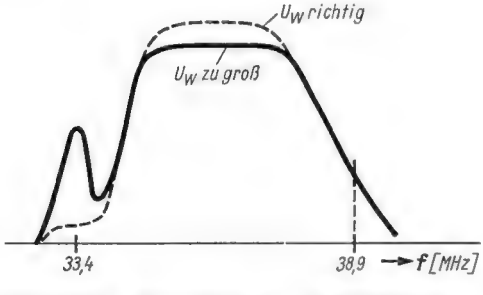


Bild 4.62–13 Begrenzung der Durchlaßkurve durch zu große Ausgangsspannung des Wobblers

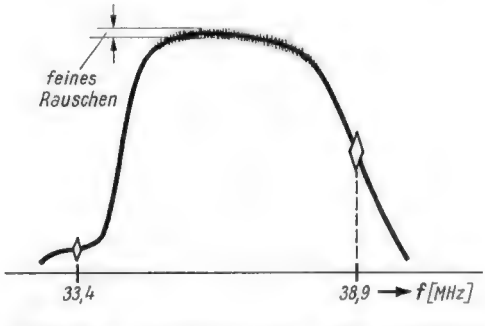


Bild 4.62–14 Ausgangsspannung des Wobblers richtig eingestellt. Durchlaßkurve ist von einem feinen Rauschen überlagert

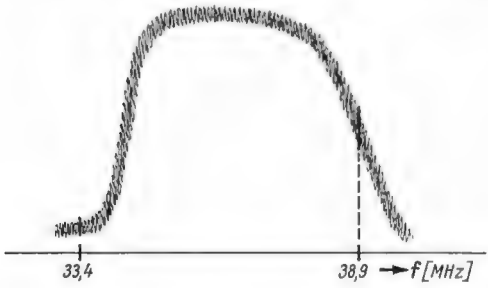


Bild 4.62–15 Verrauschte Durchlaßkurve durch zu kleine Ausgangsspannung des Wobblers

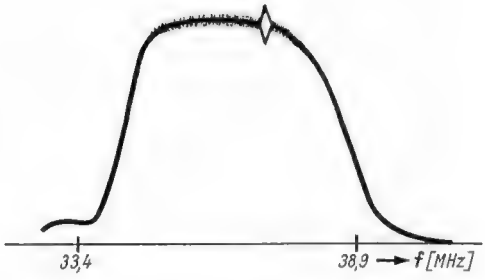


Bild 4.62–16 Amplitude des Markengebers normal eingestellt

Bild 4.62–17 Amplitude des Markengebers zu groß eingestellt

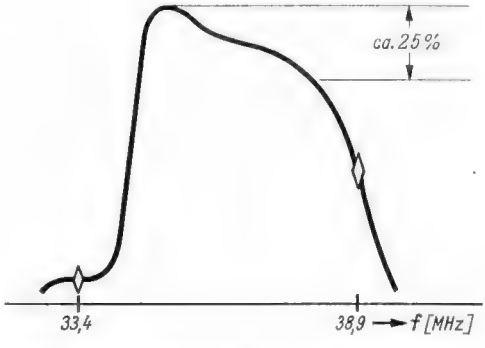


Bild 4.62–18 Aufgezeichnete Kurve mit einem Amplituden-Fehler von ca. 25 Prozent

richters bei kleinen Spannungen zurückzuführen sind.

Auch übergroße Marken vom Markengeber können die Durchlaßkurve verformen. Die „Pipse" sollten nicht größer als eben gut erkennbar sein **(Bild 4.62–16,** normale Amplitude, **Bild 4.62–17,** zu große Amplitude).

6. *Beurteilen der dargestellten Kurven in bezug auf Abgleichmaßnahmen*

Es muß die Frage gestellt werden, welche Maßnahmen zu treffen sind, wenn die aufgenommenen Kurven von der Norm (siehe Fabrikanweisung) abweichen.

Bei Abweichungen bis zu 10 % sollte man von einer Korrektur absehen, da Fehler in dieser Größenordnung im Bild vom Fernsehteilnehmer noch nicht zu erkennen sind.

Bei Abweichungen bis zu etwa 25 % (wie nach dem Beispiel **Bild 4.62–18)** wird man ein Nachstimmen nach der dynamischen Methode durchführen. Hierzu ist im wesentlichen derselbe Meßaufwand notwendig wie zuvor bei der Aufnahme der Kurve.

Bei starken Abweichungen, die von vornherein zu erwarten sind, wenn Filter oder frequenzbestimmende Teile ausgewechselt wurden oder das Gerät von unberufener Hand verstimmt statt nachgestimmt worden ist, kommt gleichfalls der dynamische Nachgleich in Betracht. Anschließend sollte jedoch eine Kontrolle nach der statischen Methode vorgenommen werden, da diese eindeutiger und genauer als die dynamische ist. Die statische Messung ermöglicht überdies eine zuverlässige Kontrolle der Amplitudenlinearität der Wobbeleinrichtung.

7. *Vorbereitung für das Nachstimmen*

a) Orientierung über die Positionen und Lage der betreffenden Abgleichorgane (eventuell flüchtige Kennzeichnung) an Hand der Fabrikunterlagen **(Bild 4.62–19** und **4.62–20).**

b) Kontrolle der zu verstellenden Abgleichorgane auf Gängigkeit.

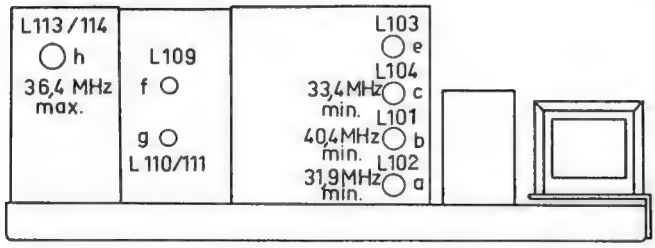


Bild 4.62–19 Lageplan der Zf-Abgleichorgane; Abgleichpunkt d befindet sich am Tuner (Nordmende-Spectra electronic 90 und weitere, Baujahr 1969/70)

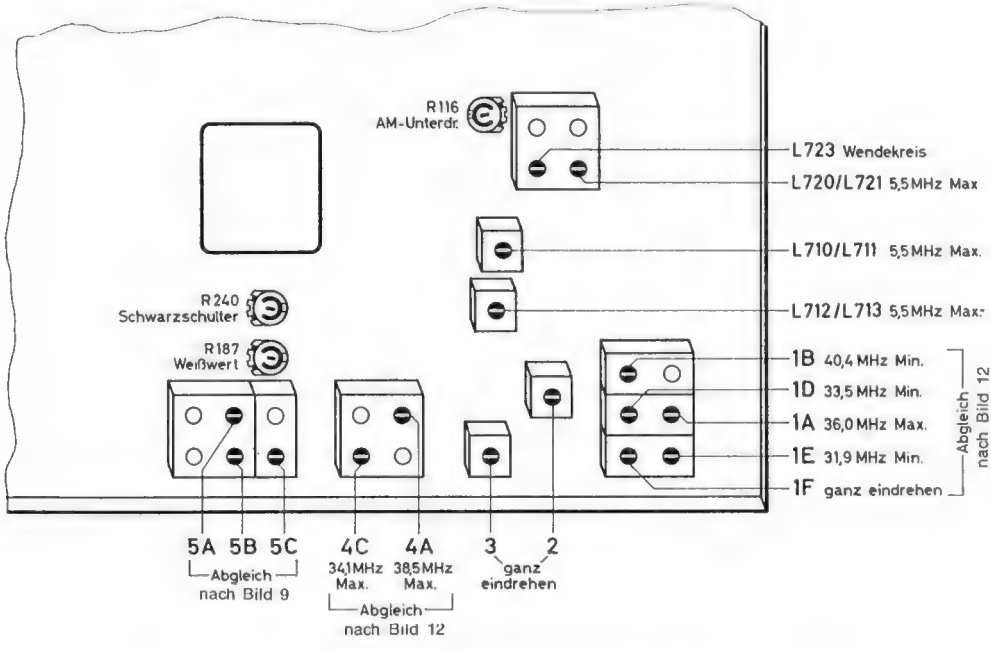


Bild 4.62–20 Lageplan der Abgleichorgane in einem Fernseh-Koffergerät (Siemens-Bildmeister FK 10, Baujahr 1968)

Sollten die Spulen-Abgleichkerne noch mit Hartwachs vergossen sein, so muß man es erwärmen. Dies geschieht am besten mit einem erhitzten Schraubendreher (Schneidenbreite etwa 2,5 mm) oder mit einem Fön, dessen Ausblasöffnung durch einen passenden Papiertrichter verkleiner wird. Vorsicht bei thermoplastischen Spulenkörpern!

4.63 VHF-Tuner

4.631 Vorbemerkungen

Mit VHF-Tuner[1]) bezeichnet man bekanntlich jene elektrische und mechanische Einheit eines Fernsehempfängers, die die Hf-

[1]) VHF = very high frequencies = sehr hohe Frequenzen, Tuner (engl. = Abstimmer)

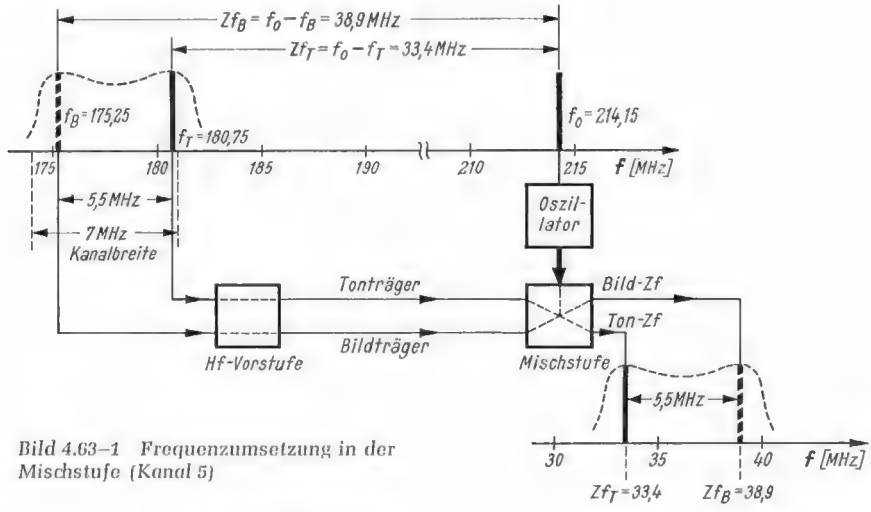


Bild 4.63–1 Frequenzumsetzung in der Mischstufe (Kanal 5)

Vorstufe und die Mischstufe mit Oszillator für die Bereiche I und III umfaßt (siehe Tabelle 4.6–I auf Seite 309). Im VHF-Tuner werden der amplitudenmodulierte Bildträger und zugleich der dazugehörige, im Abstand von 5,5 MHz vorhandene, frequenzmodulierte Tonträger eines bestimmten Fernsehsenders breitbandig verstärkt und durch gleichzeitiges Abstimmen der Vor- und Oszillatorkreise auf die gegebenen, gleichbleibenden Zwischenfrequenzen umgesetzt.

Das Entstehen der Zwischenfrequenzen in der Mischstufe ist in **Bild 4.63–1** grafisch dargestellt. Eingezeichnet wurden vom Kanal 5 der Bildträger f_B = 175,25 MHz und der Tonträger f_T = 180,75 MHz. Bei der Überlagerung mit der Oszillatorfrequenz f_O = 214,15 MHz ergeben sich die Zwischenfrequenzen Zf_B = 38,9 MHz und Zf_T = 33,4 MHz aus der Differenz zwischen f_O und f_B bzw. f_T. Der Abstand zwischen Bild- und Tonträger beträgt auch im Zf-Bereich 5,5 MHz, die Träger sind jedoch in ihrer Frequenzlage durch den Mischvorgang vertauscht. Zf_B = 38,9 MHz ist die vorzugsweise angewendete Zwischenfrequenz.

4.632 Arten von VHF-Tunern

Die VHF-Tuner unterscheiden sich voneinander sowohl in der Schaltung und Bestückung als auch im mechanischen Aufbau. In die Betrachtung einbezogen werden die VHF-Tuner, die als Teil eines Kombinationstuners kein Eigendasein mehr führen, sondern mehr oder weniger mit dem UHF-Tuner kombiniert sind. Schaltungstechnisch ist dabei jedoch, wie später gezeigt wird, gegenüber den getrennten Aggregaten kein wesentlicher Unterschied.

Als aktive Bauelemente wurden anfänglich Röhren verwendet. Seit etwa 1967 bestückt man den VHF-Tuner mit Transistoren, nachdem diese schon einige Jahre zuvor im UHF-Tuner Eingang fanden.

Für die Vorstufe der röhrenbestückten VHF-Tuner wählte man meist die Kaskodenschaltung, die aus der gleichstrommäßigen Serienschaltung einer Katodenbasis- und einer Gitterbasisstufe besteht. Hierfür wurden Doppeltrioden, wie zum Beispiel PCC 84, PCC 88 oder PCC 189, benutzt. – Unter Verwendung der Spanngitterröhre PC 97 und der daraus weiterentwickelten PC 900 ließen sich in gleicher Qualität wie mit Doppeltrioden in Kaskodenschaltung auch einstufige Hf-Verstärker in neutralisierter Katodenbasisschaltung aufbauen.

Die Misch- und Oszillatorstufe der noch so zahlreich vorhandenen VHF-Röhrentuner

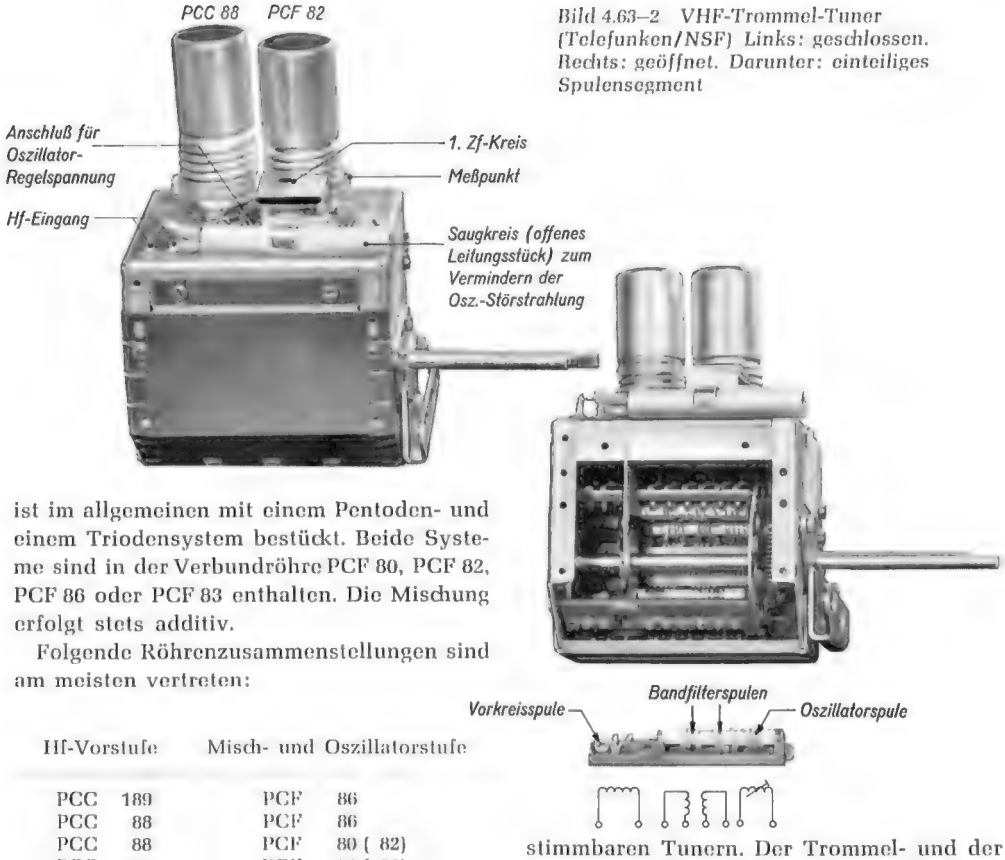


Bild 4.63–2 VHF-Trommel-Tuner (Telefunken/NSF) Links: geschlossen. Rechts: geöffnet. Darunter: einteiliges Spulensegment

ist im allgemeinen mit einem Pentoden- und einem Triodensystem bestückt. Beide Systeme sind in der Verbundröhre PCF 80, PCF 82, PCF 86 oder PCF 83 enthalten. Die Mischung erfolgt stets additiv.

Folgende Röhrenzusammenstellungen sind am meisten vertreten:

Hf-Vorstufe	Misch- und Oszillatorstufe
PCC 189	PCF 86
PCC 88	PCF 86
PCC 88	PCF 80 (82)
PCC 84	PCF 80 (82)
PC 900	PCF 82
PC 900	PCF 803 (801)
PC 97	PCF 80

Bei den VHF-Transistortunern tritt in der Misch- und Oszillatorstufe anstelle einer Verbundröhre je ein Transistor. Häufig vorkommende Bestückungen sind:

Hf-Vorstufe	Mischstufe	Oszillatorstufe
AF 180	AF 178	AF 178
AF 109 R	AF 106	AF 106
AF 239 S	AF 139	AF 139

Nach dem mechanischen Aufbau unterscheidet man – von einigen Sonderausführungen abgesehen – hauptsächlich zwischen Trommeltunern, Schaltertunern, Variometertunern und den mit Drehkondensator abstimmbaren Tunern. Der Trommel- und der Schaltertuner basieren auf einer Spulenumschaltung oder Zu- und Abschaltung der Spulen für jeden einzelnen Kanal im Bereich I und III. Der Variometertuner und der Tuner mit Drehkondensator sind in jedem Bereich kontinuierlich abstimmbar; beide werden meist durch Schiebetasten eingestellt und in Verbindung mit einem UHF-Tuner zu einer „Programmwählautomatik" ausgestaltet.

Zu den kontinuierlich abstimmbaren Tunern zählt auch der elektronische Tuner, der im Gegensatz zu den erstgenannten von ganz wenigen Ausnahmen abgesehen mit keiner Abstimmechanik mehr fest verbunden ist. Es wird hier die Möglichkeit genutzt – weil Abstimm- und Schaltfunktionen über Gleichspannungen und Gleichströme gesteuert werden –, Bedienteil und Tuner

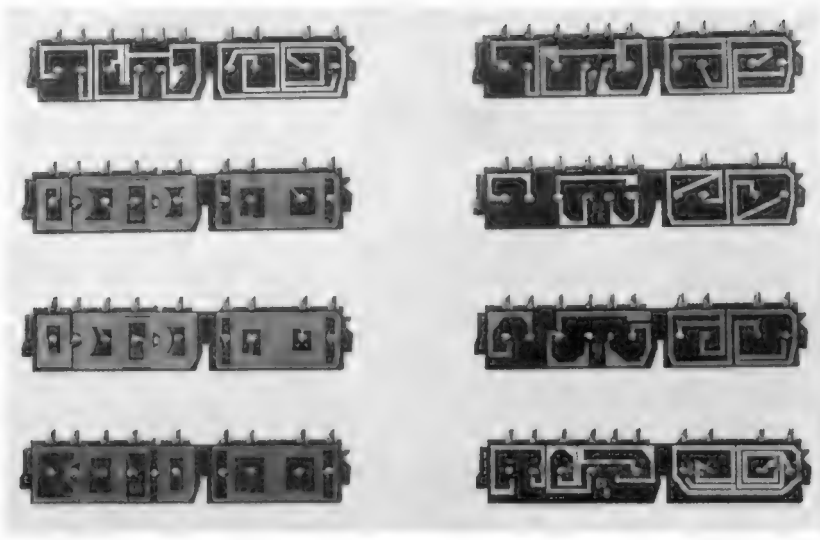


Bild 4.63–3 Gedruckte Spulensegmente (Valvo/Philips)

dem Gerätekonzept entsprechend optimal auszulegen und anzuordnen.

Im folgenden sollen an Hand von Beispielen die verschiedenen Arten der VHF-Tuner beschrieben werden, wobei wir zunächst auf die Mechanik und anschließend auf die Schaltungen eingehen.

Mechanischer Aufbau der VHF-Tuner

Trommel-Tuner

Bild 4.63–2 zeigt einen Tuner, bei dem die Wahl der einzelnen Kanäle durch Drehen einer Spulentrommel mit zwölf Raststellungen erfolgt. Diese Trommel, innerhalb der Tunerwanne untergebracht, enthält je zwölf herausnehmbare Segmente. Darauf sind die Eingangsspulen, die Bandfilterspulen zwischen Hf- und Mischstufe und die Induktivitäten des Oszillators untergebracht. Vielfach sind die Spulen mit Messing- oder Aluminiumkernen versehen. Es gibt auch Segmente, bei denen die Spulen in gedruckter Schaltungstechnik ausgeführt sind **(Bild 4.63–3).** Als Druckträger dient dabei spezielles Hartpapier. Gedruckte Spulen gewährleisten gute Stabilität und geringe Streuungen in der Fertigung.

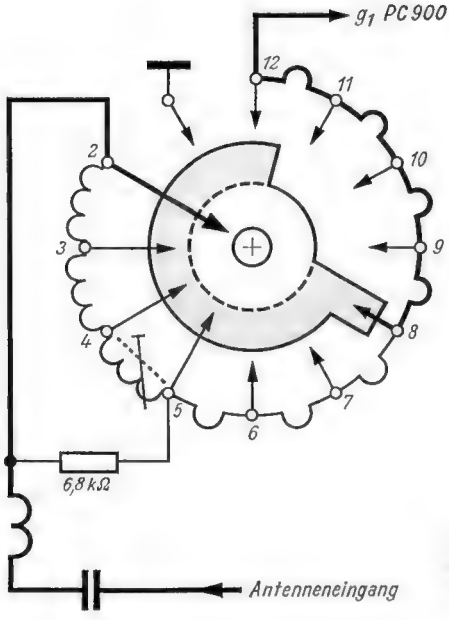
Schalter-Tuner

Eine vom reinen Trommeltuner abweichende Konstruktion ist der sogenannte Schalter-Tuner, der seinerzeit von Graetz herausgebracht wurde. Während beim Trommel-Tuner jeder einzelne Kanal mit separaten Spulen bestückt ist, verwendet man beim Schalter-Tuner eine einzelne Spule. Von dieser Induktivität werden die für Kanal 2 bis 4 bzw. 5 bis 12 erforderlichen Teilinduktivitäten abgegriffen. Die Selbstinduktion verkleinert sich also mit zunehmender Frequenz. Im Bereich I werden die Induktivitäten durch Luftspulen dargestellt, im Bereich III durch mäanderförmige Stanzteile.

Bild 4.63–4 zeigt die Schalterebene einschließlich der besonders ausgeformten von der Schalterachse mitgenommenen Rotorscheibe für den Vorkreis (rechts) und zum Vergleich dazu den entsprechenden Ausschnitt aus dem Schaltplan (links).

Variometer-Tuner

Eine andersgeartete Technik im Spulenaufbau und darüber hinaus im gesamten mechanischen Aufbau beschritt man beim kontinuierlich einstellbaren VHF-Tuner. Er



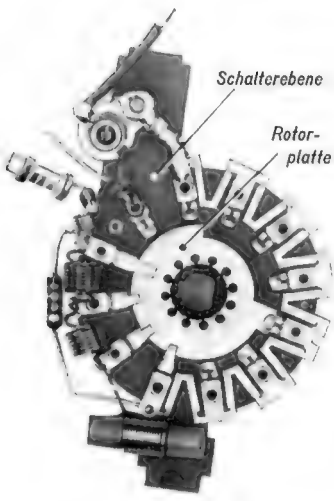


Bild 4.63–4 Vorkreis-Schaltersegment und entsprechender Schaltungsauszug vom Graetz-Schalter-Tuner (Stellung Kanal 8)

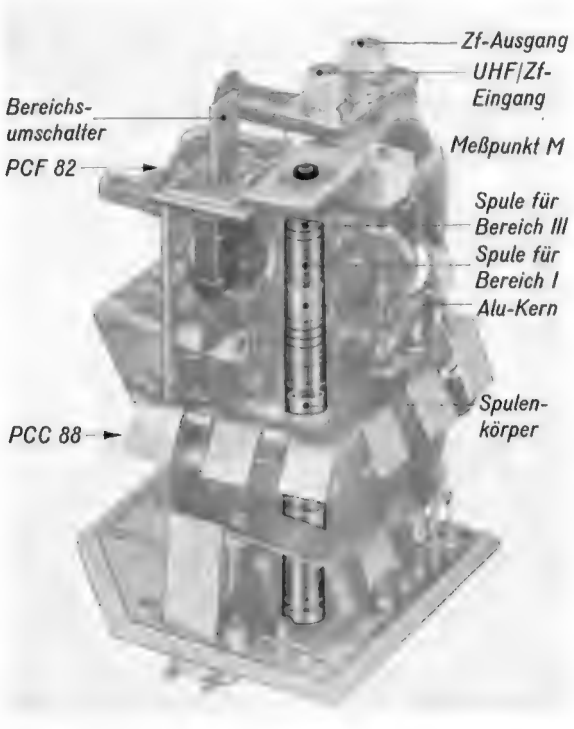


Bild 4.63–5 Innenaufbau des Variometer-Tuners. Spulenkörper mit Spulen und Abstimmkernen sind zur besseren Veranschaulichung hervorgehoben (Telefunken/NSF)

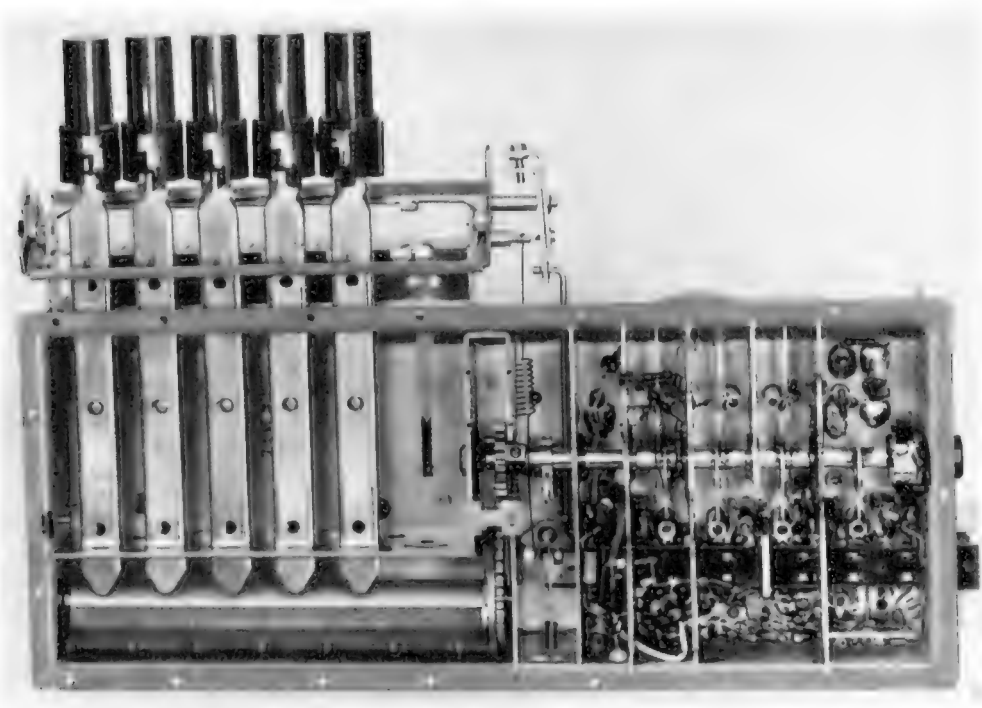


Bild 4.63–6 Innenaufbau eines Mehrbereich-Tuners mit Drehkondensatorabstimmung

enthält ein Variometer mit Permeabilitätsabstimmung und ist fast ausschließlich in Kombination mit einem UHF-Tuner für Drucktasten-Einstellung eingerichtet.

Beim Variometer-Tuner von Telefunken/NSF sind die Röhren (PCC 88 und PCF 82) innerhalb der Abschirmhaube angeordnet. Entfernt man die nur mit einer Schraube befestigte Haube, so kann man, wie **Bild 4.63–5** zeigt, alle Bauelemente des Tuners erreichen. Für Meßpunkt, Zf-Ausgang und die Einspeisung der UHF-Tuner-Zf (hierauf kommen wir später noch zurück) sind auf der Gegenseite der Grundplatte Anschlußbuchsen vorhanden. Auf dem Spulenträger, im Bild besonders hervorgehoben, befinden sich vier Spulenpaare mit je einer Drahtwicklung für den Bereich I und je einer Bandwicklung für den Bereich III. Das Spulenpaar in Nähe der Grundplatte gehört zum Vorkreis. Die beiden mittleren Spulenpaare – durch eine Abschirmwand quer durch den Innnenteil des Tuners getrennt – sind Bestandteile des gemischt gekoppelten Hf-Bandfilters, das obere Spulenpaar gehört zum Oszillatorkreis. Die wechselseitige Umschaltung der Spulen auf Bereich I und III erfolgt durch einen neben dem Spulenträger angebrachten Schiebeschalter.

Im Hohlraum des Spulenträgers befinden sich vier auf einem gemeinsamen Kunststoffstab verstemmte Aluminiumkerne. Beim Abstimmen wird über einen Hebelmechanismus der Stab um einen bestimmten Längenbetrag verschoben.

VHF-Tuner mit Drehkondensator-Abstimmung

Tuner mit Drehkondensator-Abstimmung sind überwiegend Bestandteil von Kombinationstunern wie in **Bild 4.63–6** dargestellt. Gemeinsam ist in diesem Fall für alle Fernsehempfangsbereiche die Rotorachse eines Mehrfach-Drehkondensators. Dieser wird über eine Zahnradübersetzung von einer

Wippe her angetrieben, die – abhängig von der Vorwahleinstellung jeder Taste bei der Betätigung einer Taste – mehr oder weniger um ihren Drehpunkt schwankt. Die Schiebebewegung der Taste wird also in eine Drehbewegung umgesetzt. Damit ist bereits in wenigen Worten der gesamte Übertragungsweg von den Drucktasten bis zum Drehkondensator beschrieben. Am geöffneten Aggregat läßt sich dieser Weg mühelos verfolgen.

Der Mehrfachdrehkondensator besteht aus vier Rotorpaketen, von denen eines mit zwei Platten versehen ist, während die anderen je drei Platten enthalten. Die vier VHF- und drei UHF-Statoren sind 1 mm stark und versetzt gegenüber angeordnet. Dazwischen bewegt sich die mittlere Platte des jeweiligen Rotorpaketes, die mit einer der beiden äußeren Rotorplatten je nach Drehwinkel mehr oder weniger die zugehörige Statorplatte umschließt.

Die Bauelemente des VHF-Teiles sind mit dem Umschalter auf einer gedruckten Platte angeordnet.

VHF-Tuner mit elektronischer Abstimmung

Eine Klassifizierung der elektronischen Tuner nach dem mechanischen Aufbau ist in diesem Zusammenhang nicht zweckmäßig. Wie die vorhergehenden Ausführungen zeigen, dienen bei den mechanisch abstimmbaren Tunern Gehäuse oder Rahmen als Träger der verschiedenen Abstimmelemente und müssen daher bestimmte konstruktive Toleranzen einhalten. Bei den elektronischen Tunern erfüllt das Gehäuse lediglich den Zweck der elektrischen Abstimmung.

Schaltungsmäßiger Aufbau der VHF-Tuner

Die Eingangsschaltung der VHF-Tuner enthält entweder einen Breitband-Eingangsübertrager oder andere Symmetrierorgane, die den symmetrischen Antenneneingang von 240 Ω an den unsymmetrischen Eingang der Hf-Stufe von 60 Ω anpassen. Teilweise befinden sich noch im Antenneneingang verschiedene LC-Glieder mit unterschiedlichen Funktionen, zum Beispiel Zf-Sperre, UKW-Sperre, Bandsperre/Bandpaß. Auch bei den kontinuierlich abgestimmten Tunern ist vielfach ein abgestimmter Hf-Vorkreis zu finden. Für den sich anschließenden Hf-Verstärker gibt es – wie schon zuvor angedeutet – drei Grundschaltungen, die weit verbreitete Kaskodenschaltung mit zwei Triodensystemen, die 1961/62 aufgekommene neutrali-

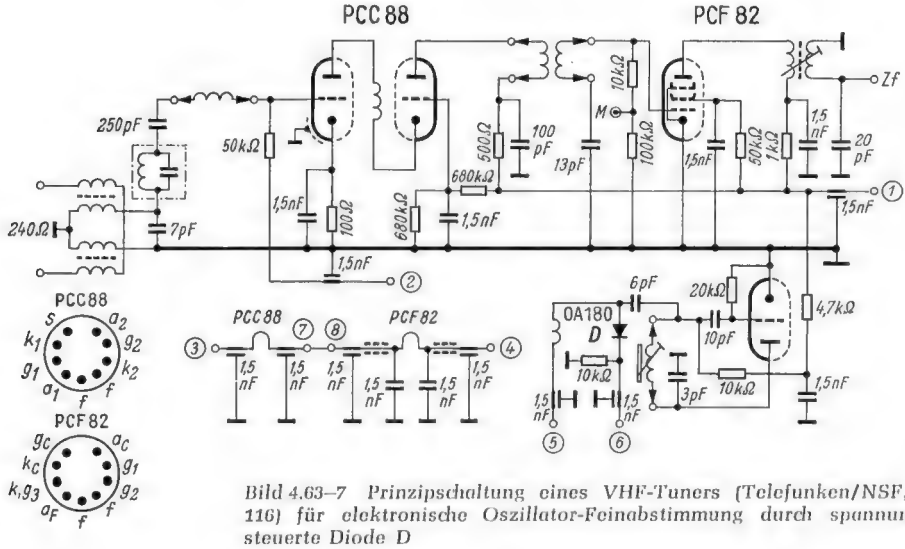


Bild 4.63–7 Prinzipschaltung eines VHF-Tuners (Telefunken/NSF, Typ 116) für elektronische Oszillator-Feinabstimmung durch spannungsgesteuerte Diode D

sierte Katodenbasisschaltung mit einem Triodensystem und die neueren Schaltungen mit Halbleitern.

Ganz allgemein gelangt das in der Vorstufe verstärkte Hf-Signal über ein Bandfilter an die Steuerelektrode des Mischverstärkers und wird in diesem mit einem Oszillatorsignal additiv zur Bild-Zf gemischt und verstärkt. Für die exakte Einstellung des Fernsehbildes benötigt der Oszillator eine Feinabstimmung mit einer Frequenzvariation, die im Bereich I $\geq$ 1 MHz und im Bereich III $\leq$ 4 MHz beträgt. Die Oszillator-Sollfrequenz wird so eingestellt, daß der Bildträger etwa auf Mitte Nyquistflanke liegt. Dies kann durch Handbedienung oder automatisch geschehen.

In **Bild 4.63–7** wird als Beispiel der Stromlaufplan eines älteren Telefunken/NSF-Tuners mit einer Kaskodenschaltung in der Hf-Stufe gezeigt, wobei die Oszillatorfeinabstimmung elektronisch erfolgt.

Die Kaskodenschaltung besteht, wie im Abschnitt 4.632 schon einleitend gesagt, aus einer Katodenbasis-(KB-) und einer Gitterbasis-(GB-)Stufe, die gleichstrommäßig in Serie geschaltet sind. Die Gesamtverstärkung dieser Anordnung entspricht annähernd der einer Pentode, die Rauschzahl hingegen der einer Triode. Diese Schaltungsart wurde gewählt, um den hohen Eingangswiderstand einer KB-Stufe und die geringe Rückwirkung einer GB-Stufe zu kombinieren.

Die KB- und GB-Stufe sind über eine Spule galvanisch gekoppelt. Diese Spule bildet mit der Ausgangskapazität der KB-Stufe und der Eingangskapazität der GB-Stufe einen π-Kreis, dessen Resonanz etwa im Kanal 8 liegt. Infolge des geringen Eingangswiderstandes der GB-Stufe (ca. 80 Ω) wirkt aber dieser Kreis über den gesamten Bereich III, so daß die Verstärkung der KB-Stufe gegenüber einer Schaltungsanordnung ohne Spule von 1 auf 1,2...1,5 ansteigt.

Das in der Kaskodenstufe verstärkte Signal gelangt über ein Bandfilter an das Steuergitter des als Mischer arbeitenden F-Systems der Verbundröhre PCF 82. Das C-System dieser Röhre ist als Oszillator geschaltet.

Die in Bild 4.63–7 nicht ersichtliche Einkopplung der Oszillatorspannung auf die Mischröhre geschieht durch induktive Kopplung von Oszillator- und Bandfilter-Sekundärkreisspulen.

Die Feinabstimmung des Oszillators beruht auf folgendem Prinzip: Ausgenutzt wird die Kapazitätsvariation durch Vorspannungsänderung einer dem Oszillatorkondensator im Prinzip parallel geschalteten Diode (Bild 4.63–7, elektronische Feinabstimmung). Der Arbeitspunkt dieser Diode (D) ist so gewählt, daß sie in Abhängigkeit von der angelegten Sollspannung ihre Kapazität und damit die Oszillatorfrequenz verringert oder vergrößert (z. B. beim Telefunken/NSF-Tuner Typ 125 bei $\pm$ 1 V Abweichung von der Sollspannung um $\geq$ 1 MHz).

Bei der automatischen Feinabstimmung des Oszillators (häufig – nicht ganz zutreffend – als Scharfabstimmer bezeichnet) wird die Funktion des handbetätigten Potentiometers von einer Diskriminatorschaltung übernommen, die in Abhängigkeit von der Frequenzlage des Zf-Bildträgers auf der Nyquistflanke an die Diode eine entsprechend große Steuerspannung liefert.

Die noch sehr verbreiteten VHF-Tuner mit gespeicherter Oszillator-Feinabstimmung enthalten einen Trommelschalter mit mindestens zwölf Raststellungen, an dem sich die Feinabstimmung auf mechanischem Wege von außen in jeder Raststellung für jeden Kanal getrennt einstellen läßt. Ist diese Arbeit für alle zu empfangenden Kanäle einmal vorgenommen, so wird eine bleibende Speicherung der Einstellung bei genügender Wiederkehrgenauigkeit erreicht. Ein manuelles Nachstellen der Feinabstimmung bei einem Kanalwechsel ist also nicht erforderlich, und gegenüber einer Nachstimmautomatik bestehen hauptsächlich folgende Unterschiede:

Die automatische Feinabstimmung erfordert eine relativ aufwendige elektrische Baugruppe (Diskriminator und Regelverstärker). Der Bildträger liegt bei allen Kanälen auf

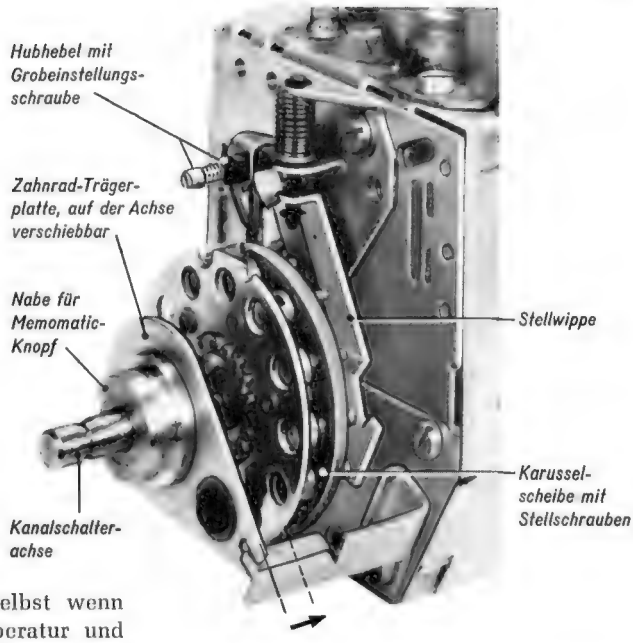


Bild 4.63–8 Memomatic-Einstellmechanik am Valvo-Philips-Tuner. Das Einstellen der MM-Schrauben (einmaliger Bedienungsvorgang) erfolgt durch einen kleinen drehbaren Schraubendreher, der entweder direkt oder über ein Zahnradgetriebe von außen betätigt wird

der Mitte der Nyquistflanke, selbst wenn durch Schwankungen von Temperatur und Netzspannung Oszillatordriften auftreten.

Die gespeicherte Feinabstimmung erfordert eine aufwendige Mechanik. Der Bildträger wird für jeden Kanal in optimaler Lage auf der Nyquistflanke eingestellt und die Einstellung gespeichert. Ein Ausregeln bei Oszillatordriften – wie bei der automatischen Feinabstimmung – findet nicht statt.

Bild 4.63–8 zeigt die Ansicht eines Valvo/Philips-Tuners mit vorgesetzter MM[1])-Einstellmechanik. Diese besteht – wie auch bei allen früheren MM-Tunern – aus einer an der Kanalwählerachse angebrachten Karussellscheibe mit zwölf Stellschrauben, die je nach Einschraubtiefe beim Einrasten der Spulentrommel von einem auf den anderen Kanal eine Stellwippe verschieden stark auslenken. Die Stellwippe wiederum verändert bei jeder Kanalumschaltung über einen Hubhebel die Kapazität des als Tauchtrimmer ausgebildeten Oszillatorkondensators. – Bei sämtlichen Kanalwählern dieser Art kann nun die Auslenkung des Hubhebels durch eine zusätzliche Schraube (Service-Einstellung!) verändert werden, so daß eine Gesamtkorrektur der Oszillatorfeinabstimmung möglich ist.

Als Beispiel einer neutralisierten Triodenvorstufe in Katodenbasisschaltung und gleichzeitig das Prinzip der Spulenumschaltung im Schaltertuner zeigt **Bild 4.63–9** den Stromlaufplan eines VHF-Tuners aus den Graetz-Fernsehempfängern, Baujahr 1962/63. Die Möglichkeit, eine solche Schaltung anzuwenden, bot sich erstmals mit dem Aufkommen der hoch verstärkenden Röhre PC 97 an, die in Spanngitterausführung mit einer zusätzlichen inneren Abschirmung zwischen Gitter und Anode, dem sogenannten Neutrodenschirm, versehen ist und dadurch eine bemerkenswert kleine Rückwirkungskapazität C_{ag} von ca. 0,48 pF aufweist. Bei der PCC 88 beträgt vergleichsweise dieser Wert 1,4 pF, bei der EC 92 1,8 pF. Die 1963 herausgebrachte Röhre PC 900, die auch bei den VHF-Tunern einiger anderer Hersteller verwendet wurde, hat eine Gitter-Anodenkapazität von nur 0,36 pF.

[1]) MM = Memo-Matic (sinngemäß übersetzt = automatisches Erinnerungsvermögen).

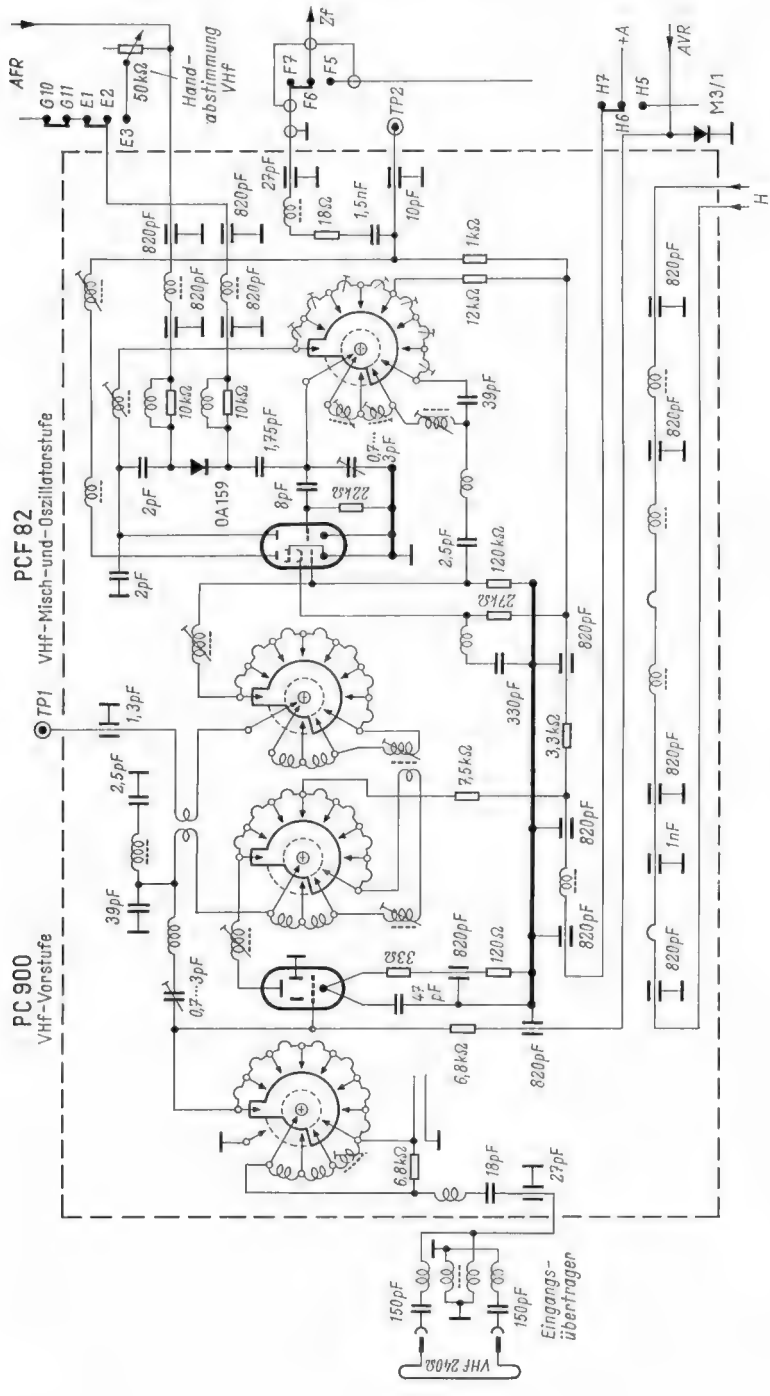


Bild 4.63–9 VHF-Tuner der Graetz-Fernsehempfänger, Baujahr 1962/63, mit Neutroden-Eingangsstufe; Schaltungsdarstellung in der früher gebräuchlichen Art

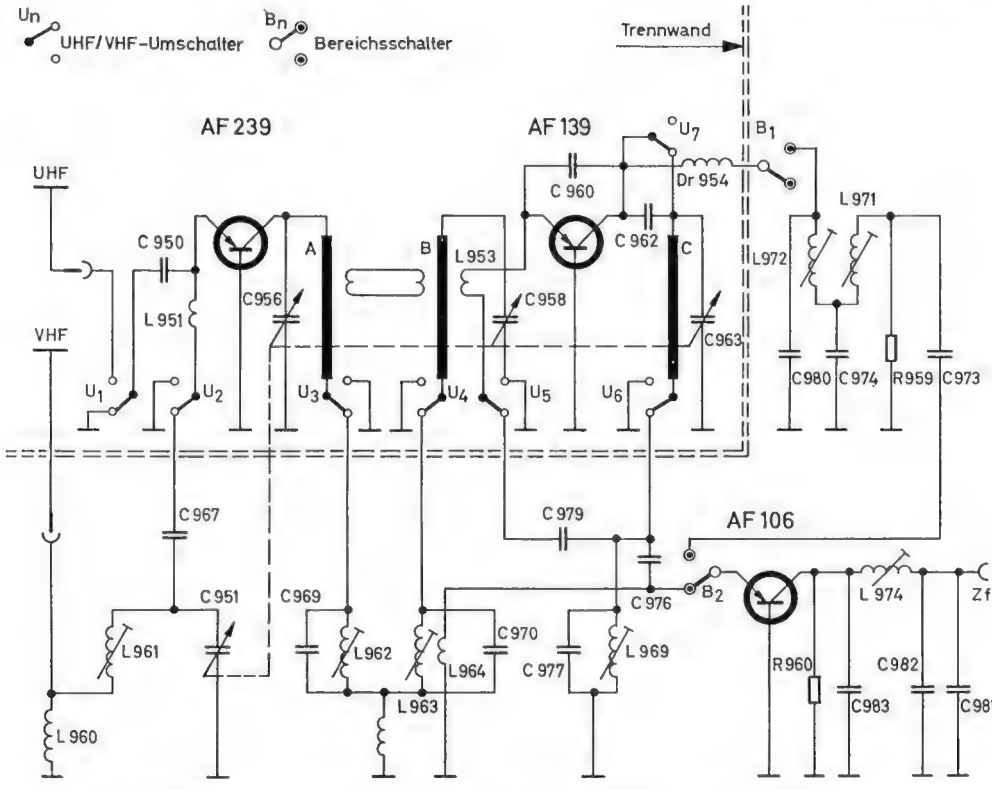


Bild 4.63–10 Prinzipschaltung eines Mehrbereich-Transistortuners, Schalterstellung VHF (Telefunken/NSF)

Wie aus der Schaltung Bild 4.63–9 hervorgeht, wird die Rückwirkung der Anoden-Wechselspannung auf das Steuergitter dadurch kompensiert, daß man dem Gitter vom Fußpunkt des Anodenkreises her eine gleichgroße Spannung mit entgegengesetzter Phasenlage zuführt, so daß sich beide Spannungen aufheben. Die Kopplung erfolgt über einen Neutralisationskondensator. Hierzu wird ein Trimmer verwendet, damit die Einstellung beim Abgleich genau vorgenommen werden kann.

Als Schaltbeispiel für einen VHF-Tuner mit Drehkondensatorabstimmung zeigt **Bild 4.63–10** den prinzipiellen Aufbau des VHF-Teiles in einem Mehrbereichtuner.

Betrachtet man den Signalverlauf für die einzelnen Bereiche, so besteht – abgesehen von einigem Mehraufwand von Umschaltern – gegenüber getrennt aufgebauten Teilen kein nennenswerter Unterschied.

Das VHF-Antennensignal gelangt an die Fußpunktkoppelspule L 960, die zusammen mit der Spule L 961 und dem Drehkondensator C 951 den Eingangskreis bildet. Vom Hochpunkt des Kreises kommt das Signal über den Kondensator C 967, den Umschalter U_2 und die UHF-Drossel L 951 an den Emitter des Transistors AF 239. Das verstärkte VHF-Signal wird dem Kollektor entnommen und auf das nachfolgende Bandfilter gegeben. Der Primärkreis dieses Bandfilters umfaßt den Drehkondensator C 956, der über den $\lambda/4$-Innenleiter A und den Schalter U_3 dem Kondensator C 969 parallelgeschaltet ist, sowie die Spule L 962. Der Se-

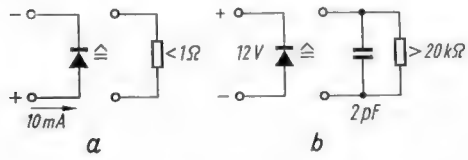


Bild 4.63–11 Arbeitsweise der Schaltdioden;

a) zeigt die Arbeitsweise der Schaltdiode im Durchlaßbereich;

b) im Sperrgebiet.

Bei den angegebenen Widerstandswerten handelt es sich um die Realteile der Wechselstromwiderstände für eine Meßfrequenz von ca. 100 MHz. Der Wechselstromwiderstand der Schaltung b) liegt um viele Größenordnungen höher

kundärkreis besteht analog aus dem Drehkondensator C 958, dem Kondensator C 970 und der Spule L 963. Beide Kreise sind miteinander induktiv gekoppelt. Mit der Koppelschleife L 964 wird das VHF-Signal über B_2 dem Emitter des als Mischer arbeitenden Transistors AF 106 zugeführt. Der Transistor AF 139 arbeitet bei VHF-Betrieb als Oszillator. Der Oszillatorschwingkreis besteht aus der Spule L 969 und dem Kondensator C 977, dem über den Schalter U_6 und den $\lambda/4$-Innenleiter C der Drehkondensator C 963 parallelgeschaltet ist. Man erkennt, daß der Oszillatorkreis über den Schalter U_7 am Kollektor des Transistors AF 139 liegt. Zur Erhöhung der Rückkopplung dient der Kondensator C 979, der über U_5 und die Koppelschleife L 953 praktisch dem Kondensator C 960 parallelgeschaltet ist. Die Oszillatorenergie wird über C 976 dem Emitter des Transistors AF 106 zugeführt. Dieser arbeitet auf den Zf-Ausgangskreis.

Vollelektronischer VHF-Tuner

Die kritischen Punkte im VHF- und UHF-Tuner sind die mechanischen Abstimmelemente und Bereichsumschalter. In vielen Fällen korrodieren die aus Hartsilber ausgebildeten Kontaktoberflächen an den Massefedern des Drehkondensators und an den Umschaltkontakten. Die Folge sind u. a. sprunghafte Änderungen der Oszillatorfrequenz.

Infolge der Anwendung von Kapazitäts- und Schaltdioden kann man auf Drehkondensator und Bereichsumschalter verzichten.

Bei der Kapazitätsdiode ändert sich, wie schon bei der Beschreibung der elektronischen Feinabstimmung (Bild 4.63–7) angedeutet, die Sperrschicht-Kapazität des p-n-Übergangs durch Anlegen verschieden großer Gleichspannungen. Die Kapazitätsänderung wird daher zum Durchstimmen der frequenzbestimmenden Kreise benutzt. Mit *jeweils drei Dioden* gleichen Typs – *einem Terzett* – kann also ein Dreifach-Drehkondensator ersetzt werden.

Statt mechanischer Hf-Schaltkontakte, wie zum Beispiel im VHF-Bereichsumschalter, lassen sich mit bestem Erfolg Schaltdioden einsetzen. Bekanntlich hängt der Übergangswiderstand einer Schaltdiode von der Polarität der angelegten Spannung ab. Wird die Schaltdiode in Durchlaßrichtung betrieben (siehe Abschnitt 4.551), so wirkt sie wie ein geschlossener Kontakt, d. h. sie hat einen sehr kleinen Übergangswiderstand (Bild **4.63–11a**). Im Sperrgebiet wirkt die Schaltdiode wie ein offener Kontakt, d. h. ihr Übergangswiderstand ist hochohmig und ihre Kapazität sehr klein (Bild 4.63–11 **b**).

Im folgenden wird die Funktion eines Blaupunkt-Elektronik-Tuners an Hand einer Prinzipschaltung **(Bild 4.63–12)** erläutert.

Die Antennenspannung gelangt über ein gedrucktes Symmetrierglied auf den Emitter des Vorstufentransistors AF 109. Dieses Symmetrierglied befindet sich außerhalb des Tuners auf einer gedruckten Platte. Ein teilweise gedruckter Hochpaß sorgt für eine zusätzliche Zf-Unterdrückung. Weitere Saugkreise bewirken eine starke Dämpfung von Signalen des UKW-Rundfunks.

Um die Funktion der Kapazitäts- und Schaltdioden besser übersehen zu können, wurden die wesentlichen Elemente aus dem vollständigen Schaltbild herausgezeichnet. Im Kollektorkreis des Vorstufentransistors befinden sich die Bandfilter für die Bereiche I und III. Über die niederohmigen Auskopplungsspulen L 15 und L 17 wird der Mischtransistor AF 106 angesteuert. Die drei Ka-

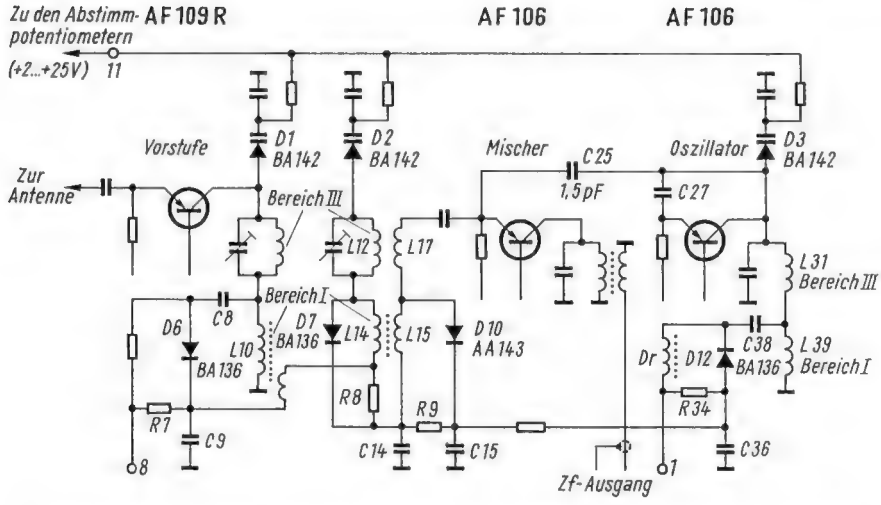


Bild 4.63–12 Prinzipschaltung eines vollelektronischen VHF-Tuners (Blaupunkt)

pazitätsdioden D 1, D 2 und D 3 liegen den Oszillator- und den Bandfilterkreisen parallel. Die Abstimmspannung, die je nach Frequenz zwischen + 2 V und + 25 V liegt, wird den Dioden über hochohmige Trennwiderstände zugeführt (Punkt 11).

Die Dioden D 6, D 7, D 10 und D 12 sind Schaltdioden, die wechselstrommäßig parallel zu den Spulen L 10, L 14 und L 39 (Bereich-I-Schwingkreise) angeordnet sind. Für die Schalt-Gleichspannung liegen sämtliche Dioden in Reihe. Die Diodenkette ist an den Punkten 1 und 8 herausgeführt. Die Kondensatoren C 9, C 14, C 15 und C 36 schließen die Hochfrequenz gegen Masse kurz. Aufgabe der Kapazitäten C 8 und C 38 ist es, die Kollektorkreise T 1, T 3 und die Diodenkette gleichstrommäßig zu trennen, da die Potentiale unterschiedlich sind.

Wird an Punkt 8 eine positive Spannung von + 12 V gelegt (Punkt 1 an Masse), so fließt durch die Diodenkette ein Strom von ca. 8 mA. Dadurch werden alle Dioden niederohmig und schließen die Bereich-I-Kreise hochfrequenzmäßig kurz. Es sind also nur die Bereich-III-Kreise als Arbeitswiderstände wirksam. Wird dagegen Punkt 8 an Masse und an Punkt 1 eine positive Spannung gelegt, so sind alle Dioden gesperrt und damit die Bereich-I-Kreise eingeschaltet.

Bei dieser Arbeitsweise wirken die Schaltdioden wie eine Kapazität von ca. 1,5 pF. Diese Kapazitäten gehen in die Gesamtwerte der Bereich-I-Kreise ein. Das gilt natürlich auch für die an den heißen Enden der Bereich-I-Spulen liegenden kleinen Induktivitäten der Bereich-III-Spulen.

Jeder Diode ist ein hochohmiger Widerstand (R 7, R 8, R 9, R 34) parallel geschaltet. Die zwischen den Punkten 1 und 8 liegende Schaltspannung wird also definiert aufgeteilt, da die Gleichstrom-Sperrwiderstände der Dioden selbst viel größer sind als die definierten parallel geschalteten Schichtwiderstände. An der Diode D 12 fällt z. B. die halbe Schaltspannung ab. Diese Maßnahme ist notwendig, damit die hochfrequente Oszillatorspannung die Schaltdiode nicht in den Durchlaßbereich steuern kann.

Der Oszillator ist über C 27 kapazitiv rückgekoppelt. Die Hf-Amplitude des Oszillators ist so gewählt, daß weder die Schaltdiode D 12 noch die Kapazitätsdiode D 3 in ihren Funktionen durch Gleichrichtungseffekte gestört werden.

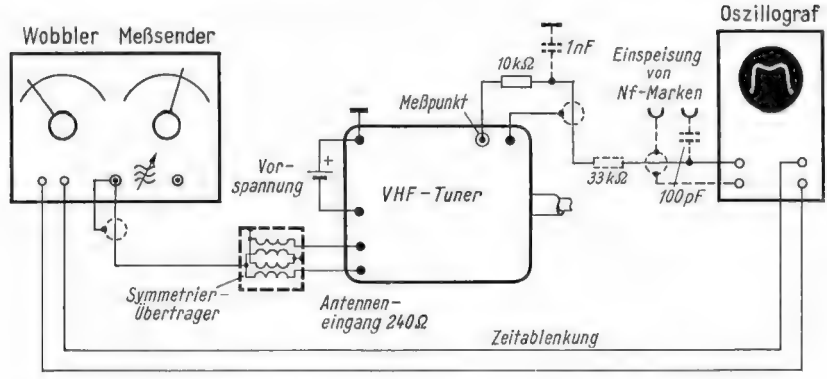


Bild 4.63–13 Meßschema für die Darstellung der Hf-Durchlaßkurve eines VHF-Röhrentuners

Durch eine lose kapazitive Ankopplung über C 25 wird dem Mischtransistor AF 106 die notwendige Oszillator-Mischspannung von 80 ... 150 mV geliefert. Im Kollektorkreis der Mischstufe liegt ein abstimmbarer Zf-Kreis mit einer 60-Ω-Auskoppelwicklung.

Hinsichtlich Aufbau und Funktion ist der VHF-Tuner ein kritisches Aggregat. Er wird in der Fabrik unter Anwendung von vielen Spezialmeßgeräten so abgeglichen, daß er das kleinstmögliche Rauschen, optimale Empfindlichkeit und eine symmetrische, genügend breitbandige Durchlaßkurve aufweist. Schon durch geringfügige Verstimmung nur eines seiner Abgleichteile besteht die Gefahr, daß das Eigenrauschen stark ansteigt bzw. die Empfindlichkeit beträchtlich zurückgeht.

Aus diesem Grunde sind die Hersteller in ihren Service-Anweisungen auch sehr zurückhaltend. Sie beschreiben nur solche Arbeiten, die in den Werkstätten ohne Risiko durchgeführt werden können, und raten in allen ernsteren Fällen, den Tuner in die Fabrik zu senden. Dies sollte uns um so leichter fallen, weil er als Baustein ausgeführt ist, an dem nur einige Schraub-, Löt- bzw. Steckverbindungen bestehen. Da der VHF-Tuner meist auch den Eingangskreis des Zf-Verstärkers enthält, müssen wir nach Einbau eines Ersatztuners gegebenenfalls den Zf-Verstärker kurz nachgleichen.

Ob ein Tuner nachgestimmt werden muß, hängt vom Verlauf und der frequenzmäßigen Lage seiner Durchlaßkurve ab. Sie darzustellen ist also notwendig, wenn der Verdacht einer Verstimmung besteht.

4.633 Darstellung der Hf-Durchlaßkurve

Zum Aufzeichnen der Hf-Durchlaßkurve sind unter Beachtung der Grundregeln im Abschnitt 4.623 folgende Vorarbeiten und Geräteeinstellungen erforderlich (siehe dazu **Bild 4.63–13**).

1. *VHF-Tuner zunächst auf Lokalsender-Kanal einstellen; später sollten auch die anderen Kanäle geprüft werden.*
2. *Wobblerausgang mit Antenneneingang des Empfängers verbinden.*

Da das Fernsehgerät einen symmetrischen Antenneneingang mit einer Impedanz von ca. 240 Ω aufweist, ist zwischen diesem und dem Wobbler ein breitbandiges Anpassungs- und Symmetrierglied einzuschalten (Bild 4.62–1).

Wenn der VHF-Tuner eingangsseitig bereits einen 60 Ω/240 Ω-Symmetrierübertrager aufweist, ist es zur Vermeidung einer doppelten Transformation vorteilhaft, den Meßsenderausgang (60 Ω) direkt mit dem asymmetrischen 60-Ω-Eingang des VHF-Tuners zu verbinden.

Tabelle 4.6–I. Fernseh-Übertragungskanäle im Bereich I und III der CCIR-Norm, jeweilige Mittenfrequenzen für Wobblereinstellung, Oszillatorfrequenzen bei Zf = 38,9 MHz und Farbträgerfrequenzen

	Kanal	Frequenzbereich	Bildträger	Tonträger	Mittenfrequenz	Oszillatorfrequenz	Farbträger
		MHz	MHz	MHz	MHz	MHz	MHz
Bereich I	2	47 . . . 54	48,25	53,75	51	87,15	52,68
	3	54 . . . 61	55,25	60,75	58	94,15	59,68
	4	61 . . . 68	62,25	67,75	65	101,15	66,68
Bereich III	5	174 . . . 181	175,25	180,75	178	214,15	179,68
	6	181 . . . 188	182,25	187,75	185	221,15	186,68
	7	188 . . . 195	189,25	194,75	192	228,15	193,68
	8	195 . . . 202	196,25	201,75	199	235,15	200,68
	9	202 . . . 209	203,25	208,75	206	242,15	207,68
	10	209 . . . 216	210,25	215,75	213	249,15	214,68
	11	216 . . . 223	217,25	222,75	220	256,15	221,68
	12	223 . . . 230	224,25	229,75	227	263,15	228,68

3. *Einstellen eines möglichst großen Frequenzhubes ($\geq \pm 10$ MHz), damit auch die abfallenden Flanken der Hf-Kurve gut sichtbar werden.*
4. *Wobbler auf richtigen Bereich (Kanal) einstellen und auf die Mittenfrequenz des zu untersuchenden Kanals (siehe* **Tabelle 4.6–I***) abstimmen.*
5. *Bei Röhrentunern den Oszillografen über einen Entkopplungswiderstand von etwa 10 kΩ an den entsprechenden Meßpunkt des VHF-Tuners (Gitter 1 der Mischröhre) anschließen. Nötigenfalls zur besseren Wiedergabe von Meßmarken auch Kondensator 1 nF gegen Masse schalten (in Bild 4.63–13 gestrichelt).*

   Bei Transistortunern ist der Diodentastkopf (Bild 4.62–5) an den vorgeschriebenen Meßpunkt anzulegen und der Zf-Ausgang direkt oder über einen 60-Ω-Widerstand gegen Masse zu schließen (siehe Service-Anleitung).
6. *Bei Röhrentunern Verstärkung des VHF-Tuners konstant halten, d. h. Regelspannung der Vorstufe durch eine feste Vorspannung von etwa − 1,5 V ersetzen, Pluspol dabei an Chassis (siehe Bild 4.62–5). Bei Transistortunern ist eine Regelspannung für gewöhnlich nicht vorgeschrieben. Bei Versorgung des Tuners aus dem Gerät ist die Regelleitung abzuklemmen.*
7. *Ausgangsspannung des Wobblers so bemessen, daß die aufgezeichnete Durchlaßkurve leicht verrauscht erscheint.*
8. *Markengeber zur Frequenzkontrolle der Durchlaßkurve zuschalten.*

Wird ein vom Wobbler getrennter Sender für die Markendarstellung verwendet, so erfolgt die Ankopplung über eine kleine Schleife am Antenneneingang des Fernsehgerätes. Durch entsprechende Abstandsänderung (lose oder feste Kopplung) läßt sich die Größe der Frequenzmarke beliebig variieren. Sie darf – wie schon erwähnt – keineswegs so groß sein, daß sich der Amplitudengang der Durchlaßkurve verändert. Wir können den Meßsender auch über einen kleinen Kondensator an den Wobbler anschließen; der günstigste Wert (1 . . . 10 pF) ist dann auszuprobieren. Für das Signal der Eichmarke ist zwar die Grundwelle erwünscht, doch lassen sich, wenn der Frequenzumfang des Meßsenders nicht ausreicht, auch die Oberwellen verwerten.

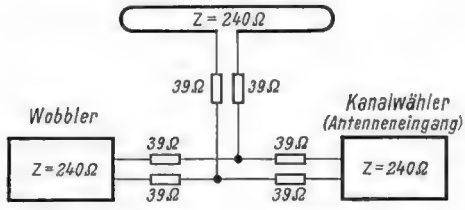


Bild 4.63–14 Meßschema für Frequenzmarken durch den örtlichen Fernsehsender

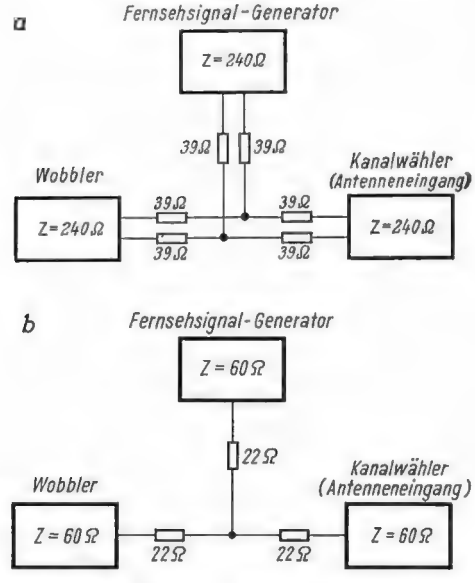


Bild 4.63–16 Meßschema für Frequenzmarken durch den Fernsehsignal-Generator
a) bei 240-Ω-Anpassung b) bei 60-Ω-Anpassung

Stehen Nf-Marken zur Verfügung, so werden diese über einen Kondensator von 100 pF an den Eingang des Oszillografen angekoppelt (in Bild 4.63–13 gestrichelt dargestellt). Ein Längswiderstand von 33 kΩ (gleichfalls gestrichelt gezeichnet) verhindert einen Kurzschluß der Nf-Spannung über den 1-nF-Kondensator am Meßpunkt.

Wie schon im Abschnitt 4.621 gesagt, sollte zur genauen Kontrolle der Frequenzlage von Bild- und Tonträger ein Meßsender (Markengeber) mit zusätzlichem 5,5-MHz-Quarzoszillator verwendet werden. Ersatzweise läßt sich dafür auch der Bezirkssender heranziehen; er ermöglicht allerdings nur die Kontrolle des betreffenden Kanals. Hierbei wird lediglich die Antennenspannung mit auf den Eingang des VHF-Tuners gekoppelt **(Bild 4.63–14). Bild 4.63–15** gibt ein Oszillogramm für diesen Fall wieder. Wir erkennen deutlich die vom Fernsehsender herrührenden Frequenzmarken für Bild- und Tonträger. Die kleinere Marke ist der Tonträger und die größere der Bildträger. Der Größenunterschied resultiert aus dem Leistungsverhältnis des Fernseh-Ton- und Bildsenders.

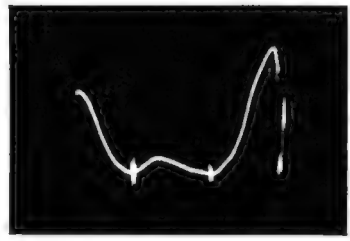
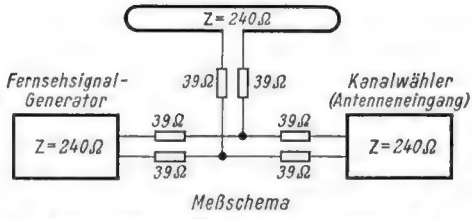


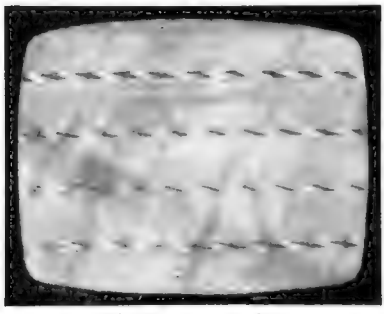
Bild 4.63–15 Hf-Durchlaßkurve mit Meßmarken durch Sendersignal; links für Bildträger, rechts für Tonträger

Steht ein geeigneter Meßsender (oder „aktiver" Wellenmesser) nicht zur Verfügung und ist das Antennensignal des Bezirkssenders zu schwach, um Frequenzmarken auf der Durchlaßkurve zu erzeugen, so läßt sich hierfür schließlich der Fernsehsignal-Generator verwenden **(Bild 4.63–16a/b).** Er muß dann aber zuvor – etwa während einer Testsendung des Bezirkssenders – auf die genaue Frequenz kontrolliert werden. Das ist leicht möglich, indem wir beide Signale (vom Bezirkssender und vom Fernsehsignal-Generator) gleichzeitig auf den Antenneneingang des Empfängers geben **(Bild 4.63–17)**, wobei das Signal des Generators so klein wie möglich eingestellt werden sollte. Der Generator ist nunmehr so abzustimmen, daß sich das auf dem Bildschirm des Fernsehempfängers durch die Interferenz beider Bildträger erscheinende Moiré (siehe Schirmbild rechts) zur kleineren Frequenz hin immer stärker ausprägt und die Synchronisierung des senderseitigen Bildes gestört wird

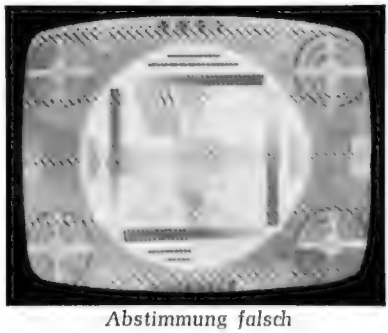


Meßschema

Bild 4.63–17 Eichung des Fernsehsignal-Generators mit Sendersignal nach der Interferenzmethode



Abstimmung richtig



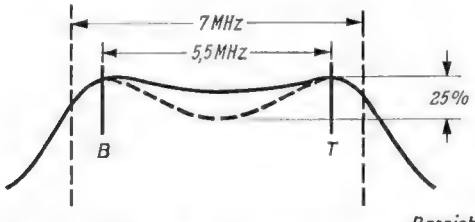
Abstimmung falsch

(Schirmbild links). Für die Bildträgermarke sollten wir den Generator ohne Bildmustermodulation betreiben.

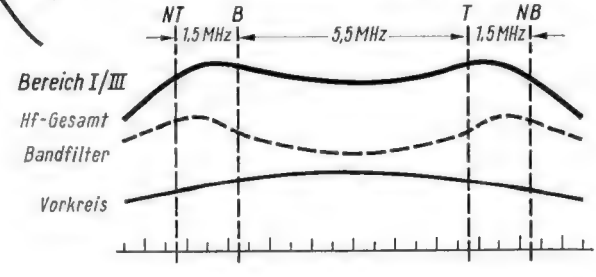
9. *Beurteilen der aufgenommenen Hf-Durchlaßkurve*

Die aufgenommene Durchlaßkurve soll hinsichtlich Form und Frequenzlage möglichst der von der Fabrik vorgeschriebenen Sollkurve entsprechen. Ist diese nicht in den Service-Unterlagen angegeben, so kann die in **Bild 4.63–18** dargestellte als Vergleich dienen. Sie hat die gewünschte Bandbreite von 7 MHz. Die beiden Höckerspitzen weisen annähernd gleiche Höhe auf, ihr Abstand voneinander beträgt etwa 6 MHz. Setzt man für das Höhenmaß der Höcker, von der Grundlinie aus betrachtet, 100 %, so darf die Einbuchtung nicht mehr als 25 % ausmachen. Wie sich die gezeigte Hf-Durchlaßkurve im einzelnen zusammensetzt, erläutert **Bild 4.63–19.**

Wenn die Durchlaßkurve des gewählten Kanals den Ansprüchen genügt, sollten wir – wie unter Ziffer 1 bereits angedeutet – auch die anderen Kanäle überprüfen, zumindest jene, die für das betreffende Empfangsgebiet interessant sind. In verschiedenen Gegenden ist ja der Empfang mehrerer VHF-Fernsehsender möglich. Meist werden von Kanal zu Kanal kleinere Abweichungen der Kurven eintreten. Diese sind bedeutungslos, soweit nicht die Bandbreite zu schmal wird, die Einsattlung zu tief ist oder starke Unsymmetrie auftritt **(Bild 4.63–20).**



Oben: Bild 4.63–18 Charakteristische Daten einer Hf-Durchlaßkurve



Rechts: Bild 4.63–19 Zusammenfassung der Hf-Durchlaßkurven für Bereich I und Bereich II

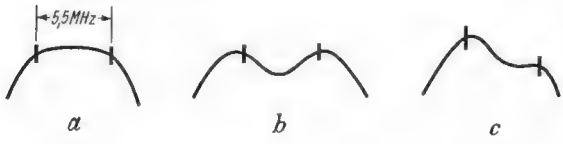


Bild 4.63–20
Deformierte Hf-Durchlaßkurven
a) Bandbreite zu klein, b) Einsattlung zu tief, Bandbreite zu groß, c) starke Asymmetrie

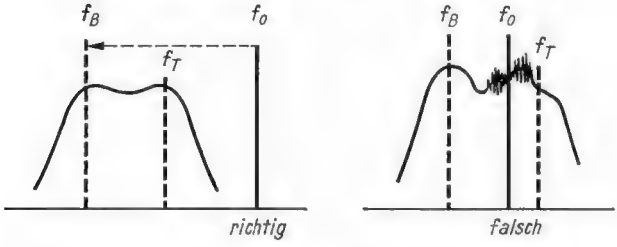


Bild 4.63–21 Falsche Lage der Oszillatorfrequenz bewirkt deformierte Hf-Durchlaßkurve

Ist die Durchlaßkurve des zuerst gewählten Kanals deformiert, so empfiehlt sich zunächst die Kontrolle der anderen Kanäle. Es gibt dann zwei Möglichkeiten: entweder ist die Verstimmung überall gleicher Art, oder es ist der Abgleich der anderen Kanäle in Ordnung.

Entsprechend dieser Feststellung ergeben sich für das Nachstimmen verschiedene Konsequenzen. Folgende Servicearbeiten betreffen speziell die gerasteten VHF-Tuner.

4.634 Funktionsprüfung, Frequenzkontrolle und Nachstimmen des Oszillators

Vor dem Nachstimmen des Hf-Vorkreises und des Hf-Bandfilters nehmen wir zweckmäßig eine Funktionsprüfung und Frequenzkontrolle des Oszillators vor.

Die *Funktionsprüfung* erstreckt sich auf den Schwingzustand; sie erfolgt bei Röhrentunern mit einem hochohmigen Spannungsmesser (Elektronisches Voltmeter), dessen Meßbereich auf -10 V gestellt ist. Am Meßpunkt, Gitter 1 der Mischröhre, tritt bei richtigem Arbeiten des Oszillators eine Gleichspannung auf, die auf allen Kanälen zwischen $-2{,}5$ und -5 V betragen muß. Der Wert kann von Kanal zu Kanal etwas schwanken und liegt allgemein im Bereich I etwas höher als im Bereich III. Bei Transistortunern läßt sich die Oszillatorspannung an der Steuerelektrode des Mischtransistors exakt nur mit einem elektronischen Hf-Voltmeter messen (100 . . . 200 mV).

Die *Frequenzkontolle* soll vor allem verhüten, daß eine vom Sollwert abweichende Oszillatorfrequenz im Durchlaßbereich des betreffenden Kanals liegt. In diesem Falle wäre die Durchlaßkurve deformiert **(Bild 4.63–21).**

Die einfachste Frequenzkontrolle, allerdings nur bei genügend hoher Oszillatorspannung, wie sie gewöhnlich der Röhrenoszillator abgibt, erlaubt ein Absorptions-Frequenzmesser, der auch im Bereich der Oszillatorfrequenzen zuverlässig arbeitet und feinstufig geeicht ist. Da aber nur wenige Werkstätten über ein derartiges Präzisionsgerät verfügen, seien zwei Verfahren genannt, bei denen man mit üblichen Meßgeräten auskommt: eine Methode (A), die bereits im Abschnitt 1.339 als Justierarbeit beschrieben wurde, und die nachstehende Methode B, die sich nicht nur durch große Genauigkeit auszeichnet, sondern auch ein Nachstimmen auf sämtlichen Kanälen gestattet. Bei Fernsehempfängern mit Abstimmautomatik ist diese während der Frequenzkontrolle natürlich abzuschalten. Bei kontinuierlich abgestimmten Tunern (Variometer, Drehkondensator, Varicap) sind die genannten Verfahren nicht zweckmäßig; siehe Abschnitt 4.636.

Frequenzkontrolle nach Methode B **(Bild 4.63–22)**

1. *Ausgangskabel eines quarzkontrollierten Meßsenders (Markengeber) über einen*

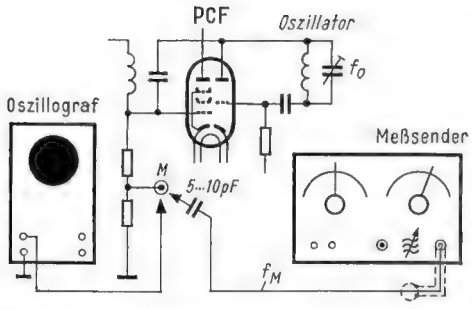


Bild 4.63–22 Meßschema für Frequenzkontrolle des Oszillators nach Methode B

wenn die Null-Linie kleine Gruppen von Sinusschwingungen aufweist **(Bild 4.63–23).**

Verstellt man den Kondensator bzw. das Servicepotentiometer für die Feinabstimmung in der einen oder anderen Richtung, so zeigt der Oszillografenschirm eine durchgehende Sinusschwingung (Fehlabstimmung) **(Bild 4.63–24).** Statt des Oszillografen kann man bei dieser Methode auch einen Signalverfolger an den Meßpunkt anschalten. Es wird dann bei richtigem Abgleich in der Mittelstellung des Feinabstimmungsknopfes die Nullinterferenz der beiden Signale zu „hören" sein (Blubbern).

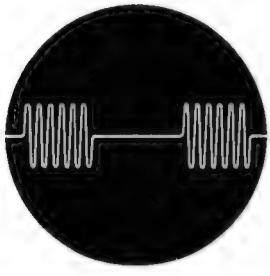


Bild 4.63–23 Oszillogramm einer Null-Linie mit zwei kleinen Blöcken von Sinusschwingungen (Genauigkeit des Oszillatorabgleichs ausreichend)

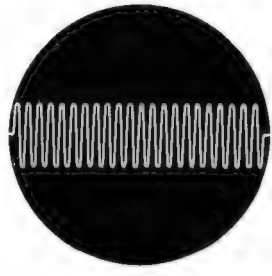


Bild 4.63–24 Oszillogramm einer durchgehenden Sinusschwingung (Fehlabstimmung)

Kondensator von ca. 5 ... 10 pF an den Meßpunkt des VHF-Tuners (Steuergitter der Mischröhre) anschließen und Meßsender auf Oszillator-Sollfrequenz abstimmen (siehe Tabelle 4.6–I auf Seite 309).

2. *Oszillograf wie bei Darstellung der Hf-Durchlaßkurve (4.633, Ziffer 5) mit dem Meßpunkt des Kanalwählers verbinden, wobei die horizontale Ablenkung jetzt kleiner als 50 Hz einzustellen ist.*
3. *Feinabstimmung des Oszillators auf mechanische Mitte einstellen.*

Erfolgt die Feinabstimmung elektronisch, so ist mit dem hierfür vorgesehenen Potentiometer der von der Fabrik abgegebene Sollwert der Oszillator-Steuerspannung einzustellen.

Bei optimalem Oszillatorabgleich erscheint auf dem Oszillografenschirm nur eine Null-Linie. Die Genauigkeit ist aber groß genug,

Ergibt die Frequenzkontrolle für den gewählten Kanal einen Fehlabgleich des Oszillators, so sollten wir zunächst feststellen, ob dieser Fehler auch für die anderen Kanäle zutrifft. Ist das – beispielsweise nach Auswechseln der Misch- und Oszillatorröhre - der Fall, so müssen wir die Korrektur an dem für diesen Zweck vorgesehenen Oszillatortrimmer durchführen.

Tritt der Fehler dagegen nur in dem gewählten Kanal auf, so nehmen wir den Abgleich – wie unter 1.339 beschrieben – am Schraubkern der jeweiligen Oszillatorspule vor. Wenn die Variation damit nicht ausreicht, bietet sich noch die Möglichkeit, die Spulengeometrie, also den Windungsabstand der Oszillatorspule, zu verändern **(Bild 4.63–25).**

Grundsätzlich ergibt ein Dehnen der Windungen oder Hineindrehen des Aluminium-

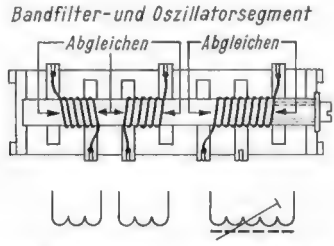


Bild 4.63–25 Abgleichmöglichkeiten durch Veränderung der Spulengeometrie oder Ein- bzw. Ausdrehen des Schraubkerns

oder Messing-Kernes eine Verkleinerung der Induktivität und damit eine höhere Resonanzfrequenz. Beim Zusammendrücken der Windungen oder Herausdrehen des Kernes vergrößert sich die Induktivität, und die Resonanzfrequenz wird kleiner. Zum Verschieben der Windungen an den entsprechenden Segmentspulen benutzt man am besten einen kräftigen, vorn flach zugeschnittenen Isolierstab. Es sind dann je nach Erfordernis die äußeren Windungen der Spulen zu dehnen oder zusammenzudrükken. Dabei sollten zum Hantieren an diesem Segment so wenig wie möglich benachbarte Segmente herausgenommen werden. Gelockerte Spulenwindungen sind wieder mit Lack oder Sichelleim 7330 festzulegen. Das Klebemittel darf man aber nur dünn auftragen. Nach vollständigem Trocknen des Klebemittels ist der Abgleich erneut zu kontrollieren und gegebenenfalls zu korrigieren.

Einer Verstimmung, hervorgerufen durch die abgenommene Abschirmhaube, beugt man dadurch vor, daß an der offenen Seite des VHF-Tuners ein Blech angelegt wird.

Für Tuner mit fortlaufend geschalteten Induktivitäten ist noch zu berücksichtigen, daß die Oszillatorfrequenzänderung eines Kanals zugleich die Oszillatorfrequenzeinstellung aller tieferliegenden Kanäle beeinflußt, da die einzelnen Oszillator-Induktivitäten hintereinandergeschaltet sind. Wird also beispielsweise der Schraubkern des Kanals 4 verstellt, so ändern sich außer der Oszillatorfrequenz dieses Kanals auch die Frequenzen der Kanäle 3 und 2. Die Korrektur ist darum auch in diesen Kanälen durchzuführen, und zwar in der Reihenfolge 4, 3 und 2.

4.635 Nachstimmen des Hf-Teiles

Hierbei richten wir uns grundsätzlich nach der Fabrikanweisung. Liegt diese nicht vor, so mögen die folgenden Darlegungen – sinngemäß ausgelegt – einige Hinweise bieten (Variometer-Tuner werden unter 4.636 behandelt).

Der Anschluß der Meßgeräte erfolgt wie bei der Aufnahme der Hf-Kurve (siehe 4.633).

Es ist schon im Abschnitt 4.633 bemerkt und beim Oszillatorabgleich näher behandelt worden, daß zwei Arten von Verstimmungen auftreten können: die aller Kanäle und die eines einzelnen Kanals.

Im ersten Fall, z. B. nach einem Röhrenwechsel oder nach einem Reparatureingriff, besteht – wie beim Oszillator – vielfach die Möglichkeit eines Trimmerabgleichs.

Im zweiten Fall erfolgen die Abgleichänderungen an den Hf-Spulen auf den jeweiligen Kanalwähler-Segmenten, und zwar durch Verschieben der Windungen (Bild 4.63–25) oder – wenn vorhanden – durch Verdrehen der Abgleichkerne in diesen Spulen. Der Arbeitsgang ist hier gegenüber dem Oszillatorabgleich noch etwas erweitert, weil mehrere Spulen zu berücksichtigen sind.

Beim *Bandfilter* (Bereich III) bestimmt fast allein der Primärkreis die Frequenzlage, der Sekundärkreis vorwiegend die Amplitude der Hf-Kurve.

Die Resonanzfrequenz des Vorkreises liegt in beiden Bereichen I und III etwa in der Mitte zwischen Bild- und Tonträger und vermindert somit die Welligkeit der Hf-Durchlaßkurve. Bei einer Kurve mit schiefem Dach bzw. ungleich hohen Höckern, aber sonst richtiger Frequenzlage, können durch Abgleich des Vorkreises Amplitudenunterschiede zwischen Bild- und Tonträger ausgeglichen werden **(Bild 4.63–26).** Die Welligkeit der Durchlaßkurve darf dabei jedoch nicht wesentlich zunehmen.

Der Abstand zwischen Primär- und Sekundärspule des Hf-Bandfilters beeinflußt die Bandbreite. Enge Kopplung bedeutet große Bandbreite, lose Kopplung kleine Bandbreite.

Der Einfachheit halber sollte man zuerst das Kopplungsorgan zwischen Vor- und Mischverstärker abgleichen.

4.636 Abgleich der kontinuierlich abgestimmten VHF-Tuner

Um die Methodik des Abgleichvorganges der kontinuierlich abgestimmten VHF-Tuner darzustellen, wird im folgenden der komplette Abgleich des Variometer-Röhrentuners von NSF/Telefunken beschrieben. An diesen Tunern kann man nicht jeden Kanal separat abgleichen. Das gilt sowohl für die Hf- als auch für die Oszillatorstufe. Es ist zu beachten, daß Bereichsanfang und Bereichsende von Kanal 2 bis 4 bzw. 5 bis 12 gleichmäßig überschritten werden (symmetrische Überstimmreserve). Demzufolge wird man den Abgleich nicht nach der herkömmlichen, sondern nach einer anderen Methode durchführen. Hierfür ist als weitere Meßeinrichtung ein Zf-Markengeber erforderlich, falls der vorhandene Markengeber (evtl. mit Wobbler kombiniert) nicht schon Zf-Spannungen abgibt.

Vorbereitungen

1. *Tuner vom Zf-Verstärker durch Ziehen der entsprechenden Steckverbindung trennen.*
2. *Spannung an der Nachstimmdiode auf Sollwert (3,6 V) einstellen (Automatische Feinabstimmung außer Betrieb).*
3. *Abschirmhaube des Tuners abnehmen.*
4. *Zf-Spule im Anodenkreis der Mischröhre mit isoliertem Draht von kleinstmöglicher Länge kurzschließen (vergleiche jeweiligen Stromlaufplan!).*
5. *60-Ω-Widerstand kurzschlußsicher zwischen der Anode der Mischröhre und einem Anschlußpunkt der Tunerbetriebsspannung (ca. 200 V) einfügen.*
6. *Abschirmhaube wieder aufsetzen und fest verschließen.*

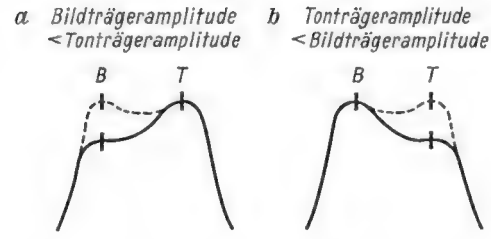


Bild 4.63–26 Ausgleich von Amplitudenunterschieden der Hf-Durchlaßkurve durch entsprechende Vorkreis-Nachstimmung

7. *Wobbler nach Bild 4.63–13 über einen Symmetrierübertrager mit dem Antenneneingang des Variometertuners verbinden.*
8. *Oszillograf über Diodentastkopf (siehe Bild 4.62–5) an den Zf-Ausgang des Tuners anschließen.*
9. *Aus Tabelle 4.6–I (Seite 309) Mittenfrequenz von Kanal 2 und 4 sowie 5 und 11 (12) notieren.*

Kanal	Mittenfrequenz (MHz)
	51
4	65
5	178
11	220
12	227

Oszillatorabgleich

10. *Variometertuner auf Bereich I, Kanal 2, einstellen, und zwar auf die unterste Grenzfrequenz (Anschlag der Abstimmspindel).*
11. *Wobbler auf Kanal 2 einstellen und Ausgangsspannung so bemessen, daß die oszillografierte Durchlaßkurve leicht verrauscht ist (siehe „Grundsätzliche Richtlinien" Abschnitt 4.623).*
12. *Hf-Markengeber so abstimmen, daß die Meßmarke (Pips) auf der linken Höckerspitze der Durchlaßkurve erscheint; dann auf der Skala des Markengebers jene Frequenz ablesen und Differenz zwischen*

dieser und der notierten Mittenfrequenz von Kanal 2 (51 MHz) bilden und merken.

13. Tuner auf Kanal 4 einstellen, und zwar jetzt auf die Höchstfrequenz (Anschlag der Abstimmspindel nach gegenläufiger Drehung).
14. Hf-Markengeber so abstimmen, daß die Meßmarke auf der rechten Höckerspitze der Durchlaßkurve erscheint; dann wiederum auf der Skala des Markengebers jene Frequenz ablesen und Differenz zwischen dieser und der notierten Mittenfrequenz von Kanal 4 (65 MHz) bilden und merken.
15. Frequenzdifferenzen bei Kanal 2 und Kanal 4 vergleichen; sie sollen möglichst übereinstimmen. Ist das nicht der Fall, muß der zum Bereich I gehörende Oszillatortrimmer so verstellt werden, bis die Überstimmbereiche gleich groß sind.
16. Kontrolle und Abgleich, wie unter Punkt 10 bis 15 beschrieben, jetzt im Bereich III, Kanal 5 und Kanal 11 bzw. — wenn vorhanden — auf Kanal 12 durchführen. Sind hierbei die Frequenzdifferenzen nicht gleich, so muß der zum Bereich III gehörende Oszillatortrimmer so verstellt werden, bis die Überstimmbereiche gleich groß sind.

Abgleich des Hf-Bandfilters und Vorkreises

17. Zf.-Markengeber an den Zf-Ausgang über einen Kondensator von $\leqq 3$ pF zusätzlich anschließen und auf 36,15 MHz einstellen.
18. Jetzt Tuner ungefähr auf Kanal 3 (Mitte von Bereich I) abstimmen.
19. Trimmer des Hf-Bandfilters, Bereich I, so einstellen, daß die Marke 36,15 MHz in der Mitte einer zweihöckrigen, möglichst symmetrischen Durchlaßkurve liegt.
20. Vorkreistrimmer auf maximale Amplitude der Durchlaßkurve einstellen. Hierbei darf natürlich die nach Punkt 19 richtig eingestellte Kurve nicht verformt werden.
21. Höckerabstand der Durchlaßkurve durch Verstimmen des Markengebers in der einen und anderen Richtung ermitteln; er soll ca. 6 MHz betragen. Ist dieser Wert nicht zu erzielen, müssen die beiden Bandfilter-Trimmer verstellt werden, bis der gewünschte Zustand erreicht wird.
22. Abgleich und Kontrolle, wie unter 19 und 21 beschrieben, nunmehr in der Mitte von Bereich III (ca. Kanal 8) durchführen. Dazu Trimmer des Hf-Bandfilters, Bereich III, so einstellen, daß auch in diesem Fall die Marke 36,15 MHz in der Mitte einer zweihöckrigen, möglichst symmmetrischen Durchlaßkurve liegt.
    Achtung! Vorkreistrimmer darf nicht mehr verstellt werden, da gemeinsam für beide Bereiche wirksam.

Für die einzelnen Typen der kontinuierlich abgestimmten Tuner sei auf die von den Herstellern herausgegebenen Serviceanleitungen verwiesen. Sofern diese nicht greifbar sind, gelten bei den Vorarbeiten grundsätzlich die unter 4.633 gegebenen Hinweise.

In den meisten Fällen, wenn sich bei diesen Tunern induktive und kapazitive Abgleichelemente einstellen lassen, sind folgende Richtlinien zu beachten:

Abgleich bei der niedrigeren Frequenz des Bereiches stets an den Spulenkernen!

Abgleich bei der höheren Frequenz des Bereiches stets an den Trimmern!

Diese Vorgänge sind wechselseitig solange zu wiederholen, bis die gewünschte Durchlaßkurve über den ganzen Bereich zufriedenstellend ist.

4.64 UHF-Tuner

4.641 Vorbemerkungen

Der UHF-Tuner[1]) enthält als elektrische und mechanische Einheit eine Hf-Stufe sowie die Mischstufe mit Oszillator für die Bereiche IV und V. Beide Bereiche umfassen die Frequenzen zwischen 470 und 860

[1]) UHF = ultra high frequencies; Tuner (engl. = Abstimmer)

Tabelle 4.6–II. Kanäle für den UHF-Bereich (Bereich IV/V)

Kanal Nr.	Kanalbreite (MHz)	Bildträger (MHz)	Tonträger (MHz)	Oszillator-frequenz (MHz)	mittlere Wellenlänge m
21	470...477	471,25	476,75	510,15	0,63
22	478...485	479,25	484,75	518,15	0,62
23	486...493	487,25	492,75	526,15	0,61
24	494...501	495,25	500,75	534,15	0,60
25	502...509	503,25	508,75	542,15	0,59
26	510...517	511,25	516,75	550,15	0,58
27	518...525	519,25	524,75	558,15	0,57
28	526...533	527,25	532,75	566,15	0,57
29	534...541	535,25	540,75	574,15	0,56
30	542...549	543,25	548,75	582,15	0,55
31	550...557	551,25	556,75	590,15	0,54
32	558...565	559,25	564,75	598,15	0,53
33	566...573	567,25	572,75	606,15	0,53
34	574...581	575,25	580,75	614,15	0,52
35	582...589	583,25	588,75	622,15	0,51
*36	590...597	591,25	596,75	630,15	0,51
37	598...605	599,25	604,75	638,15	0,50
*38	606...613	607,25	612,75	646,15	0,49
39	614...621	615,25	620,75	654,15	0,49
40	622...629	623,25	628,75	662,15	0,48
41	630...637	631,25	636,75	670,15	0,47
42	638...645	639,25	644,75	678,15	0,47
43	646...653	647,25	652,75	686,15	0,46
44	654...661	655,25	660,75	694,15	0,46
45	662...669	663,25	668,75	702,15	0,45
46	670...677	671,25	676,75	710,15	0,45
47	678...685	679,25	684,75	718,15	0,44
48	686...693	687,25	692,75	726,15	0,44
49	694...701	695,25	700,75	734,15	0,43
50	702...709	703,25	708,75	742,15	0,43
51	710...717	711,25	716,75	750,15	0,42
52	718...725	719,25	724,75	758,15	0,42
53	726...733	727,25	732,75	766,15	0,41
54	734...741	735,25	740,75	774,15	0,41
55	742...749	743,25	748,75	782,15	0,40
56	750...757	751,25	756,75	790,15	0,40
57	758...765	759,25	764,75	798,15	0,39
58	766...773	767,25	772,75	806,15	0,39
59	774...781	775,25	780,25	814,15	0,39
60	782...789	783,25	788,75	822,15	0,38
61	790...797	791,25	796,75	830,15	0,38
62	798...805	799,25	804,75	838,15	0,38
63	806...813	807,25	812,75	846,15	0,37
64	814...821	815,25	820,75	854,15	0,37
65	822...829	823,25	828,75	862,15	0,36
66	830...837	831,25	836,75	870,15	0,36
67	838...845	839,25	844,75	878,15	0,36
68	846...853	847,25	852,75	886,15	0,35

*) Die Kanäle 36 und 38 bleiben den Radardiensten und der Radioastronomie vorbehalten.

Die Kanäle 61...68 sind in der BRD und in der DDR nicht, jedoch z. B. in Großbritanien und Schweden belegt.

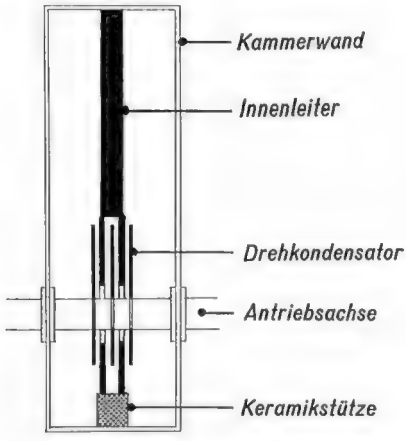


Bild 4.64–1. Schnitt durch einen λ/4-Topfkreis (Prinzip)

MHz (siehe **Tabelle 4.6–II**). Davon werden für den Fernseh-Rundfunk in der BRD und DDR im Bereich IV die Kanäle 21...39 und im Bereich V die Kanäle 40...60 genutzt. Wie der VHF-Tuner verstärkt auch der UHF-Tuner das Antennensignal und setzt es auf die üblichen Zwischenfrequenzen von 38,9 MHz für den Bildträger und 33,4 MHz für den Tonträger um.

4.642 Arten von UHF-Tunern

Bei der Entwicklung und der Konstruktion des UHF-Tuners waren anfänglich erhebliche Schwierigkeiten zu überwinden. Neben guter Empfangsleistung, Mikrofoniesicherheit, Frequenzstabilität, einfacher Bedienung und leichter Einbaumöglichkeit in die verschiedenen Empfänger und Chassiskonstruktionen mußte auch eine ausreichende Unterdrückung der Oszillator-Störspannung gewährleistet sein. Im Amtsblatt des Bundesministers für das Post- und Fernmeldewesen Nr. 54 vom 6. Juni 1958 wurde festgelegt, daß die gesamte Oszillator-Störstrahlung höchstens 450 µV/m in 10 m Abstand betragen darf (siehe Abschnitt 4.83). Diese Werte gelten auch heute noch.

Die UHF-Tuner haben in der Regel den für die Dezimeterwellentechnik typischen Aufbau: Ein Flachbaugehäuse mit Kammereinteilung, auf das bei den älteren Tunern die Fassungen und Abschirmkappen der Hf- und Misch/Oszillatorröhre aufgesetzt sind. Wesentliche Bauelemente stammen aus der kommerziellen Technik, so z. B. die sogenannten Topfkreise. Während bei den sonst üblichen Abstimmkreisen Induktivität und Kapazität konzentriert in Spule und Kondensator vorhanden sind, enthält der für UHF notwendige Topfkreis – auch Leitungskreis genannt – einen konzentrisch in ein Metallrohr isoliert eingesetzten Koaxialleiter, dessen Kreiskonstanten über seine Länge verteilt sind. Dieser „klassische" Topfkreis ist hier in die für die Praxis zweckmäßigere Form der Kammern abgewandelt worden. Die Abstimmung erfolgt bei der mechanischen Tunerausführung in der Regel durch einen Dreifach-Drehkondensator, dessen Rotorpakete in die als Statoren ausgebildeten unteren Enden der Topfkreis-Mittelleiter hineinragen **(Bild 4.64–1).** Je nach Strom- und Spannungsverteilung auf der Leitung (Topfkreis) unterscheidet man zwischen λ/4- und λ/2-Resonanzkreis. Äußerlich erkennen wir den ersteren daran, daß die eine Seite des Kreises kurzgeschlossen ist, während bei dem letzteren die Abstimmelemente (Drehkondensator) und Verstärkerelemente (Röhren, Transistoren) an den gegenüberliegenden Seiten des Kreises angeschlossen sind.

Zu den ersten, speziell für den UHF-Tuner entwickelten Röhren zählt die Stifttriode PC 86. Ihr folgte (im Jahre 1961) die dann viel benutzte PC 88, wobei man die Erfahrungen mit kommerziellen Röhren verwertete.

Seit 1962 findet man in den UHF-Tunern auch Transistoren, also gerade an jener Stelle, in der ihr Eindringen in den Fernsehempfänger am wenigsten erwartet wurde. Es gibt in diesem Falle aber einen guten Grund dafür: Das Rauschverhalten eines UHF-Transistors in der Vorstufe gegenüber einer UHF-Vorröhre ist etwa um den Faktor 2 günstiger. Liegen die Rauschzahlen beim Röhrentuner im oberen UHF-Bereich um 20 kT_0, so sind mit Transistoren im selben

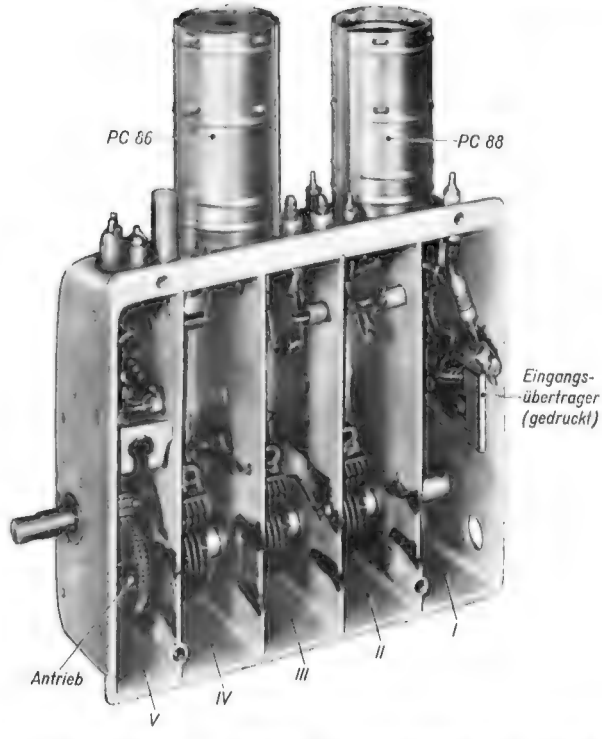


Bild 4.64–2 Valvo/Philips-Tuner mit abgenommener Deckplatte

Bereich Werte um $\leq 10\,kT_0$ zu verwirklichen. Die dadurch erreichte Steigerung der Empfangsempfindlichkeit ist also recht beachtlich.

Konstruktiv passen sich die Transistoren infolge ihrer kleinen Abmessungen gut den Raumverhältnissen des UHF-Tuners an. Die außerordentlich geringe Eigenerwärmung der Transistoren ermöglicht ihren Einbau innerhalb des Tunergehäuses, zumal dort jetzt eine Reihe von Bauelementen entfällt. Überdies wird durch die günstigen Temperaturbedingungen eine gute Stabilität der Oszillatorfrequenz erreicht. Fehlende Heizleitungen vereinfachen die hochfrequente Trennung der Stufen voneinander.

UHF-Röhrentuner

Als „klassisches Beispiel" für Aufbau und Schaltungstechnik eines Röhrentuners wird eine Ausführung von Valvo gezeigt. Der Tuner ist mit den Röhren PC 88, PC 86 bestückt. Davon arbeitet die PC 88 als Hf-Vorverstärker, die PC 86 als selbstschwingende Mischstufe. Für beide Röhren wird die Gitterbasisschaltung angewendet.

Bild 4.64–2 zeigt die Ansicht des geöffneten Tuners. Aus dem verzinnten Flachbaugehäuse, das durch Deckel mit Kupferfolie strahlungsdicht geschlossen wird, ragen die Abgleichtrimmer und Durchführungskondensatoren heraus. Seitlich in Kammer V ist ein kombinierter Grob-Feintrieb für die Abstimmung angebracht.

Der Innenraum des Tuners ist in Kammern (Schotten) aufgeteilt, die – wie bereits eingangs erwähnt – neben der zum Teil rein abschirmenden Wirkung auch in die elektrische Funktion des UHF-Tuners eingehen. Drei von ihnen stellen die Außenwandungen der Topfkreise dar.

Bild 4.64–3 zeigt die grundsätzliche Schaltung des Tuners. Mit einer breitbandigen Symmetrierschaltung, bestehend aus einer gedruckten $\lambda/2$-Umwegschleife mit 120 Ω

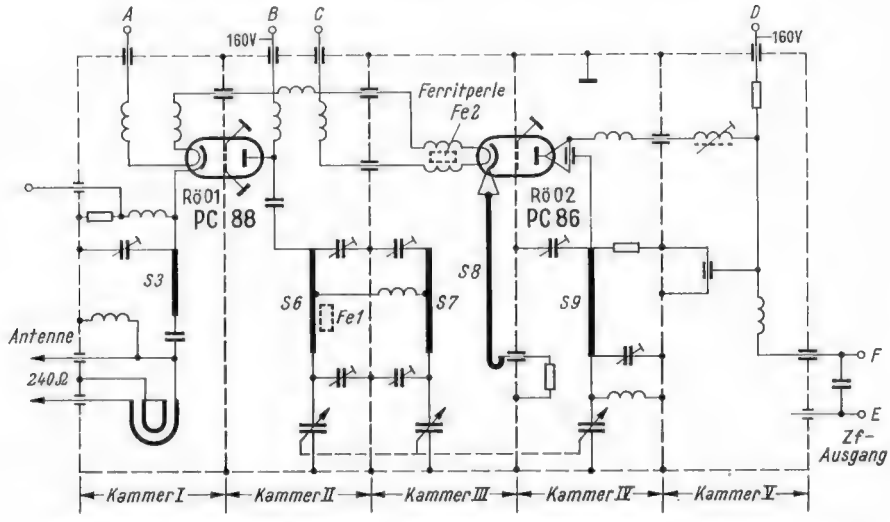


Bild 4.64–3 Grundsätzliche Schaltung eines UHF-Röhren-Tuners von Valvo/Philips

Wellenwiderstand, wird die symmetrische Antennenimpedanz 240 Ω auf 60 Ω asymmetrisch transformiert. Das Antennensignal gelangt dann über einen breitbandigen, festabgestimmten Eingangskreis S 3 an die Katode der Hf-Vorröhre. Zwischen dieser und der Mischröhre liegt ein aus den oben erwähnten Topfkreisen S 6 und S 7 zusammengesetztes Bandfilter, dessen Abstimmung durch einen Dreifach-Drehkondensator (zusammen mit dem Oszillatorkreis) im Bereich von ca. 468...860 MHz verändert werden kann. Die Kopplung der Kreise S 6 und S 7 erfolgt induktiv. Über eine Koppelschleife S 8 neben dem Innenleiter des Kreises S 7 kommt nun das verstärkte Eingangssignal an die Katode der Mischröhre. Die Röhre selbst arbeitet mit einem weiteren Topfkreis als Dreipunktoszillator.

Der Bildträger 38,9 MHz und der Tonträger 33,4 MHz werden als Mischprodukte über Zf-Kreise in bestimmten Schaltungsvarianten dem Zf-Verstärker oder der Mischröhre des VHF-Tuners zugeführt, die bei UHF-Empfang eine zusätzliche Zf-Verstärkung ermöglicht (siehe unter 4.645 Organische Eingliederung des UHF-Tuners). Alle Stromzuführungen erfolgen über Kondensator-Drosselketten, um die Oszillator-Störstrahlung über Zuleitungen und Tunergehäuse klein zu halten.

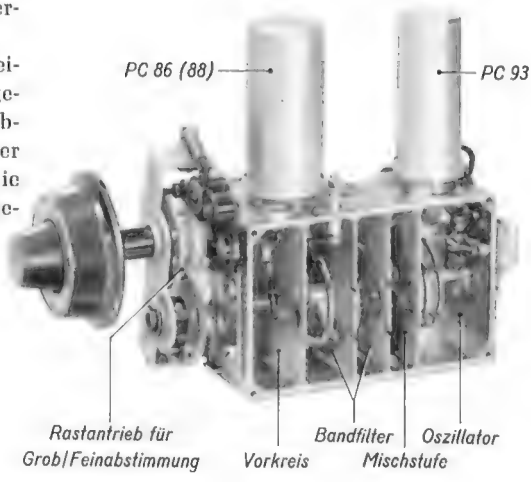
UHF-Röhrentuner mit Mischdiode und induktiver Abstimmung

An einem Beispiel sei der Vollständigkeit halber eine konstruktive und schaltungstechnische Variante der mechanisch abgestimmten UHF-Tuner beschrieben. Diese Tuner, noch in älteren Grundig-Geräten zu finden, arbeiten zwar auch mit der Hf-Vorröhre PC 86 bzw. PC 88, aber in Abweichung von den vorbeschriebenen Ausführungen nicht mit einer selbstschwingenden Röhren-Mischstufe, sondern mit einer separaten Mischstufe, die die amerikanische UHF-Siliziumdiode 1 N 82 A enthält. Als Oszillatorröhre wird die Röhrentriode PC 93 verwendet.

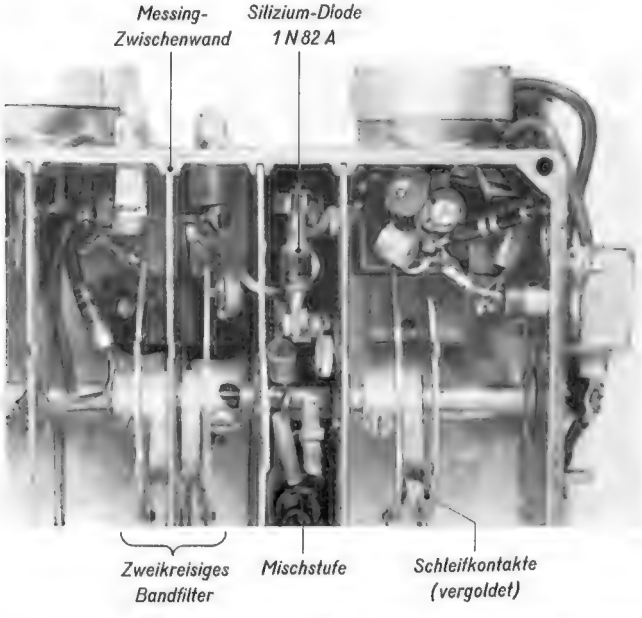
Der Innenraum des hier verwendeten Messing-Druckgußgehäuses ist – wie aus **Bild 4.64–4** zu erkennen – durch drei Stahlblechwände unterteilt, so daß vier Kammern entstehen: Vorstufe, Bandfilter, Mischstufe, Oszillator. **Bild 4.64–5** zeigt einen Ausschnitt aus den drei letztgenannten Kammern. In dem schmalen Schott ist die Silizium-Misch-

diode untergebracht. Sie wird durch Federklemmen gehalten.

Für die Schwingkreise wählte man Leitungsresonatoren aus halbkreisförmig gestanzten Blechstreifen. Die Induktivitäts-Abstimmung erfolgt durch Kurzschluß-Schieber mit Kontakten aus Beryllium-Bronze. Sie schleifen auf galvanisch nacheinander aufgetragenen Silber- und Goldbelägen.



Rechts: Bild 4.64–4 Grundig-UHF-Tuner 15 mit abgenommener Deckplatte



Links: Bild 4.64–5 Grundig-UHF-Tuner 15, 17, 19. Einblick in die Kammern

Für den Rastantrieb an der Tuner-Stirnseite arbeiten ein Zahnrad mit unstetiger Zahneinteilung und ein Rasthebel derart zusammen, daß der Abstimmbereich in kleine Kanalgruppen aufgeteilt ist. Eine Exzenterführung des Rasthebels ermöglicht die Feinabstimmung um den Bereich einer maximalen Zahnteilung.

Wie aus der Schaltung **(Bild 4.64–6)** zu ersehen, wird zur Anpassung der symmetrischen 240-Ω-Antenne an den unsymmetrischen Röhreneingang (60 Ω) ein Breitbandübertrager verwendet. Ein auf Leistungsübertragung abgestimmtes π-Glied leitet das UHF-Signal zur Katode der Gitterbasis-Triode PC 86 (PC 88). Diese Röhre arbeitet auf ein Hf-Bandfilter, das sich aus den schon beschriebenen $\lambda/4$-Resonanzkreisen zusammensetzt; beide sind kapazitiv über ein durch die Messingzwischenwand hindurch-

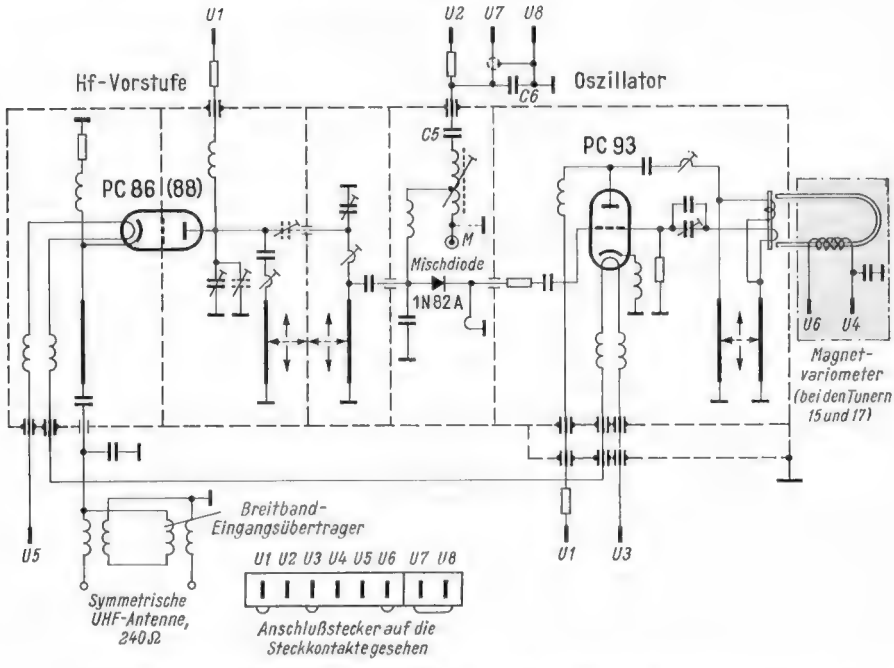


Bild 4.64–6 Grundsätzliche Schaltung der UHF-Tuner 16 und 18 von Grundig

geführtes Drahtstück gekoppelt (in der Schaltung durch den gestrichelt gezeichneten Trimmer angedeutet).

In Reihe mit den halbkreisförmigen Leiterbahnen liegt je eine kleine einstellbare Schleife, die zusammen mit den Bandfiltertrimmern für den Abgleich vorhanden ist.

Die konstante Bandbreite des Bandfilters ergibt sich durch die Ankopplung der Mischdiode 1 N 82 A an eine Anzapfung des Sekundärkreises. Durch den hier befindlichen kapazitiven Spannungsteiler wird die Mischdiode optimal an das UHF-Bandfilter angepaßt.

Die Ausgangsspannung des UHF-Bandfilters bildet zusammen mit der Oszillatorfrequenz in additiver Mischung die Differenzfrequenzen von 38,9 MHz bzw. 33,4 MHz.

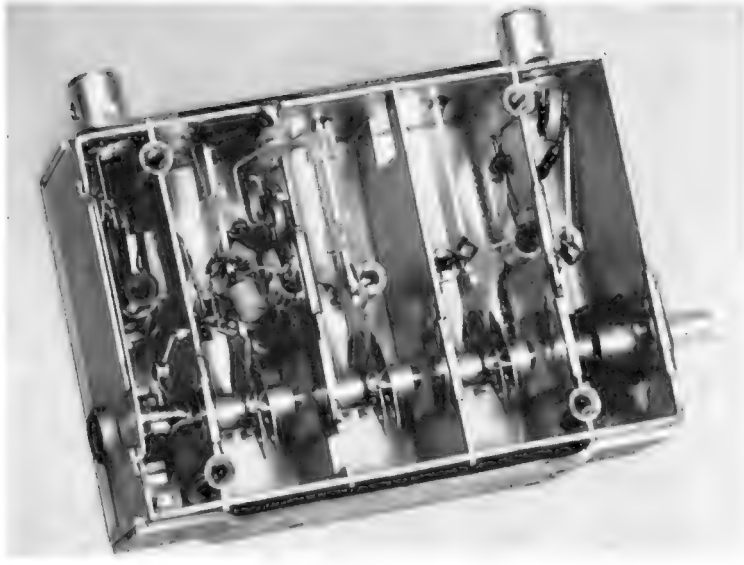
Der UHF-Oszillator mit der Röhre PC 93 schwingt in Dreipunktschaltung.

Die Anode des Oszillators ist über einen 20-pF-Trennkondensator an den Leitungskreis angekoppelt. Im Gitterkreis liegt parallel zum Trimmer ein Kondensator von 2 pF. Dieser ist in seinem Temperaturkoeffizienten so gewählt, daß der Oszillator einen verhältnismäßig geringen Temperaturgang besitzt. Die Katode der Röhre PC 93 liegt über eine $\lambda/4$-Drossel an Masse, ebenso wird die Heizspannung über eine Bifilar-Drossel zugeführt.

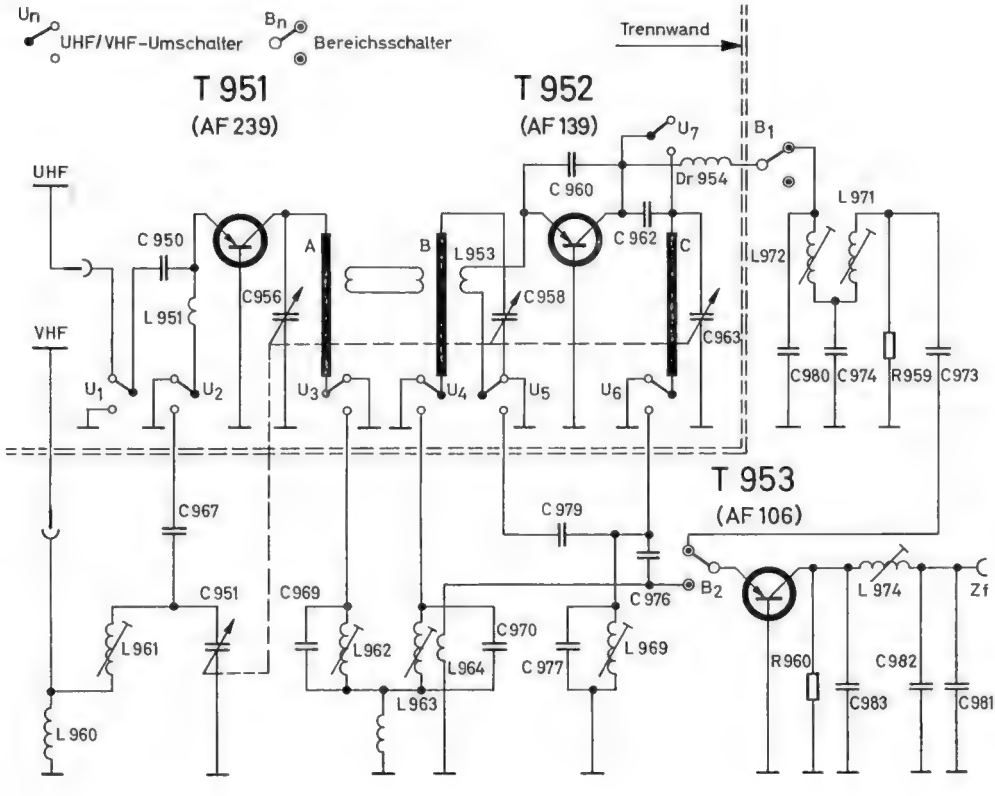
Die Betriebsspannungen des Oszillators sind über doppelte Durchführungsfilter herausgeführt. Diese haben zusammen im UHF-Bereich eine Durchgangsdämpfung von mehr als 100 dB und setzen die Oszillatorstörspannung der Anschlüsse auf einen kaum meßbaren Wert herab. – Auf die bei einigen Ausführungen dieses Tuners vorhandene Nachstimmautomatik für den Oszillator, das sogenannte Magnetvariometer, kommen wir noch zurück.

Die in der Mischkammer (Bild 4.64–6) gewonnene Zwischenfrequenz wird über die abgleichbare Zf-Spule und den kapazitiven Spannungsteiler C 5/C 6 ausgekoppelt. Die Anschaltung an den Zf-Eingang des Fernsehempfängers kann verschiedenartig erfolgen.

Rechts: Bild 4.64–7 Mechanischer Aufbau eines UHF-Transistor-Tuners in λ/4-Technik (Hopt)



Unten: Bild 4.64–8 Prinzipschaltung eines Mehrbereich-Transistor-Tuners, Schalterstellung UHF (Telefunken/NSF)



UHF-Transistor-Tuner

Im Aufbau unterscheidet sich der Transistor-Tuner von dem Röhrentuner verhältnismäßig wenig. Auch der Transistor-Tuner hat eine Hf-Verstärkerstufe, ein Hf-Bandfilter und eine selbstschwingende Mischstufe, beide Stufen jeweils in Basisschaltung ausgeführt (entsprechend Gitterbasisschaltung bei Röhren). Als Transistoren werden spezielle Typen für Höchstfrequenzen verwendet. **Bild 4.64–7** zeigt den mechanischen Aufbau eines UHF-Transistor-Tuners der Firma R & E Hopt KG in $\lambda/4$-Technik. – Grundsätzlich bleibt das Schaltungsprinzip dieser Tuner auch dann erhalten, wenn sie in einem Kombituner integriert sind. Als Beispiel dafür sei eine Ausführung von Telefunken, Typ MT 400, erläutert, deren VHF-Funktion bereits im Abschnitt 4.63 besprochen wurde.

Signalverlauf bei UHF-Bereich

Nach **Bild 4.64–8** gelangt das UHF-Antennensignal über einen Hochpaß, gebildet aus dem Kondensator C 950 und der Spule L 951, an den Emitter des Vorstufentransistors AF 239, der in Basisschaltung arbeitet. Vom Kollektor dieses Transistors kommt das Signal an ein Bandfilter, bestehend aus den Drehkondensatoren C 956 und C 958 sowie den Induktivitäten A und B, die erdseitig über die Schalter U_3 und U_4 an Masse gelegt sind. Es handelt sich hier um ein Bandfilter mit Schlitzkopplung, was durch die Koppelspule zwischen A und B symbolisiert wird. Mit der Koppelschleife L 953, die über U_5 geerdet ist, wird das Signal dem Emitter des Transistors AF 139 zugeführt. Dieser arbeitet bei UHF in einer selbstschwingenden Mischstufe in Basisschaltung. Der Oszillatorkreis besteht aus der Induktivität C, die über U_6 an Masse geschaltet ist, und dem Drehkondensator C 963, der mit den vorerwähnten Kondensatoren C 956 und C 958 auf einer gemeinsamen Antriebsachse sitzt. Vorgenannter Kreis ist über den Kondensator C 962, der zur Auskopplung der Zwischenfrequenz dient, mit dem Kollektor des Transistors AF 139 verbunden.

Das Schwingen des Oszillators verursacht der Rückkopplungskondensator C 960. Die Zwischenfrequenz wird über die UHF-Drossel Dr 954 und den Bereichsschalter B_1 einem Bandfilter zugeführt.

4.643 UHF-Abstimmautomatik

Unter den UHF-Tunern gibt es Ausführungen mit mechanischer und mit elektronischer Oszillator-Feinabstimmung.

Die grundsätzliche Arbeitsweise von Tunern mit mechanischer Oszillator-Feinabstimmung haben wir besprochen. Die elektronische Feinabstimmung – wie sie auch bei verschiedenen VHF-Kanalwählern angewendet wird – läßt eine Automatisierung dieses Vorganges zu. Die Vorzüge einer Abstimmautomatik sind besonders bei Röhrentunern im UHF-Bereich markant, weil hier

a) die höhere Betriebsfrequenz eine entsprechend höhere prozentuale Frequenzstabilität des Tuner-Oszillators gegen Temperatureinflüsse und Spannungsschwankungen bedingt, um eine gleichbleibende Bildqualität zu erreichen;

b) die Abstimmung im Gegensatz zum VHF-Kanalwähler über den ganzen Frequenzbereich im allgemeinen kontinuierlich erfolgt, wobei durch die Automatik der Übergang von einem UHF-Sender zum anderen erleichtert wird.

Bemerkung: Bei UHF ist die Automatik erst dann wirksam, wenn der ausgewählte Sender durch Handabstimmung bis in Frequenznähe gebracht worden ist. Die automatische UHF-Abstimmung arbeitet also ähnlich wie bei Rundfunk-Spitzenempfängern mit automatischer Abstimmung.

Als Abstimmautomatik für UHF wird dieselbe Steuerstufe verwendet wie bei VHF. Ein Diskriminator liefert in Abhängigkeit von der Bildträgerlage auf der Nyquistflanke eine der Frequenzabweichung nach Größe und Richtung proportionale Gleichspannung. Diese, entsprechend verstärkt, korrigiert nun die Oszillatorfrequenz durch Änderung der

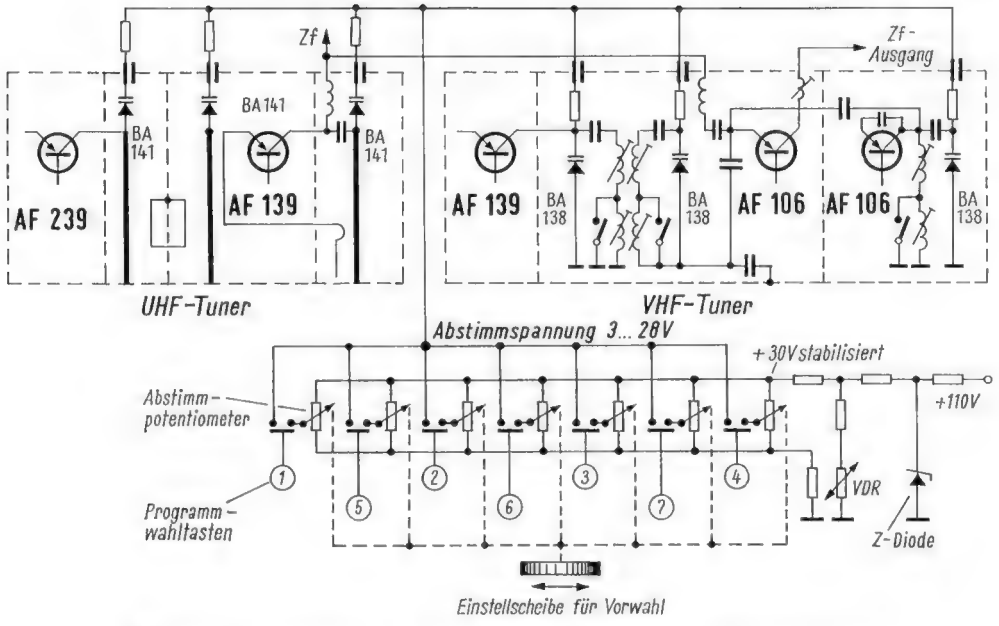


Bild 4.64–9 Prinzipschaltung der elektronischen VHF- und UHF-Abstimmung

kapazitiven oder induktiven Blindkomponenten des Oszillatorkreises, bis der Bildträger wieder seine Soll-Lage auf der Nyquistflanke erreicht hat.

Mit dem Vordringen der Transistorbestückung verschwand allmählich die automatische Feinabstimmung. Grund dafür ist, daß mit dem Wegfall der Röhrenheizung keine Eigenerwärmung der Tuner mehr auftritt und durch sorgfältige Auswahl der Oszillatorschaltelemente die äußere Erwärmung beherrscht wird.

4.644 UHF-Tuner mit elektronischer Abstimmung

Als letztes Beispiel sei ein UHF-Tuner von Grundig beschrieben, der mit einem VHF-Teil zu einem elektronisch abstimmbaren Aggregat vereinigt ist **(Bild 4.64–9)**.

Der UHF-Tuner verwendet als Abstimmorgane die Kapazitätsdioden BA 141. Sie weisen einen großen Kapazitätshub (> 4) und hohe Güte auf. Mit der großen Kapazitätsvariation läßt sich der gesamte UHF-Bereich durchstimmen.

Im UHF-Tuner werden drei Abstimmdioden verwendet: zwei im durchstimmbaren UHF-Bandfilter, eine im UHF-Oszillatorkreis. An diese drei Dioden müssen hohe Anforderungen hinsichtlich des Kapazitätsgleichlaufes gestellt werden, d. h. ihre Kapazitätskennlinien müssen praktisch gleich sein. Deshalb werden die Abstimmdioden im Herstellerwerk gemessen und zu Terzetten sortiert.

Der Tuner **(Bild 4.64–10)** besteht aus Vorstufe und selbstschwingender Mischstufe. Die Vorstufe ist mit dem UHF-Transistor AF 239 bestückt. In der selbstschwingenden Mischstufe wird der AF 139 verwendet. Das symmetrische Antennensignal gelangt über eine $\lambda/2$-Umwegschleife, die auf der Antennenplatte angebracht ist, sowie über ein koaxiales Kabel auf den Eingang des UHF-Tuners, dem ein breitbandiger UHF-Hochpaß als Eingangskreis dient.

Die Vorstufe arbeitet in Basisschaltung und der Kollektor des AF 239 ist mit dem heißen Ende des primärseitigen UHF-Bandfilterkreises verbunden. Der Kollektortopf-

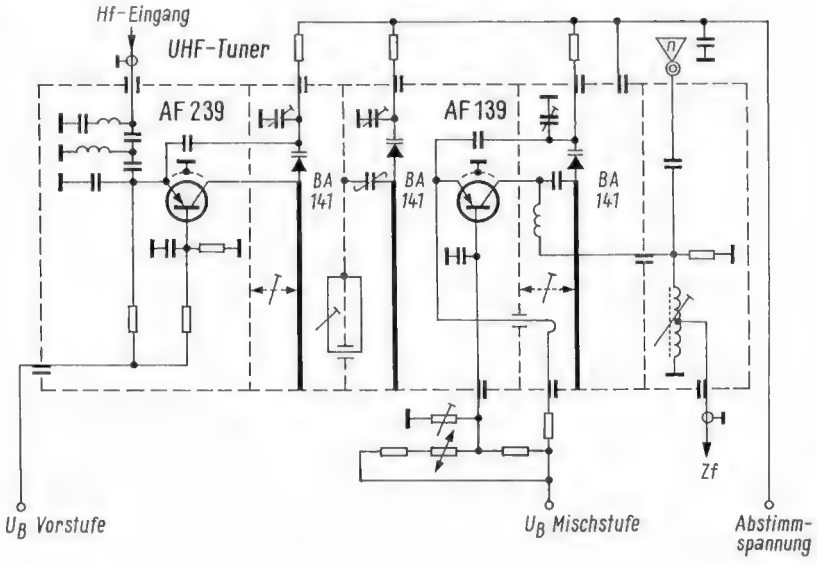


Bild 4.64–10 Schaltbild des elektronischen UHF-Tuners (Grundig)

kreis hat einen Wellenwiderstand von 150 Ω, d. h. eine erhebliche Induktivität, womit ein großer Abstimmhub erreicht wird. Der Kreis wird durch die Ausgangskapazität des Transistors und die Anfangskapazität der Abstimmdiode BA 141 elektrisch verkürzt.

Die Verbindung von Kollektor- und Mischkreis stellt eine induktive Koppelschleife her, die zum Abgleich auf die gewünschte Bandbreite entsprechend verbogen wird.

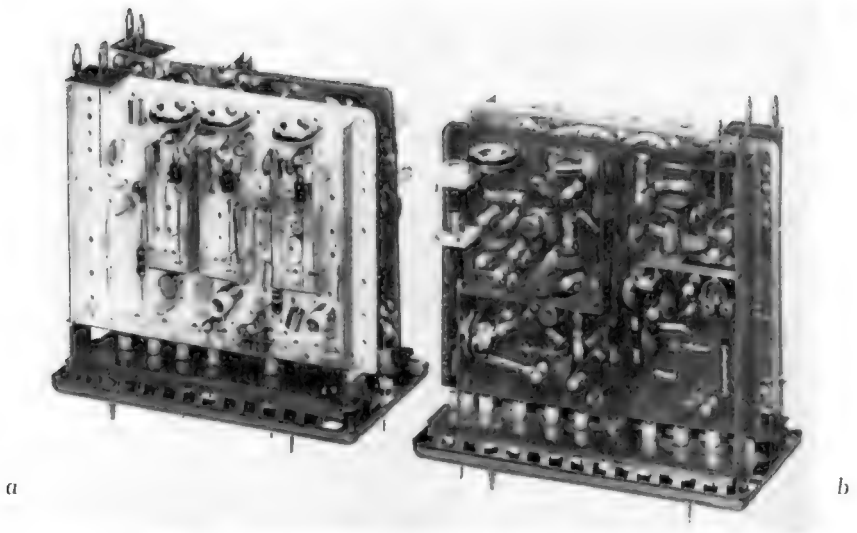
Wegen der Verkürzung des Kollektorkreises durch die Ausgangskapazität des Vorstufentransistors sinkt der Abstimmbereich des Kollektorkreises, und man muß im Mischkreis einen niedrigeren Wellenwiderstand (dickerer Innenleiter = kleinere Induktivität) wählen, um Gleichlauf der beiden Bandfilterkreise zu erzielen.

Die selbstschwingende Mischstufe ist mit dem UHF-Bandfilter über eine Koppelschleife verbunden. In Reihe mit ihr liegt die Rückkopplungsschleife zum Oszillatortopfkreis.

Die Zwischenfrequenz wird über eine UHF-Drossel mit besonders geringer Eigenkapazität ausgekoppelt. Der UHF-Tuner ist wie üblich in Kammern aufgeteilt; sie gewährleisten eine saubere elektrische Trennung der Schaltung.

Abgeglichen wird der Tuner am oberen Bereichsende durch die beiden Kurzschlußbleche im Kollektor- und Oszillatorkreis und mit Hilfe des Drahttrimmers im Mischkreis. Am unteren Bereichsende werden die drei am masseseitigen Ende, also mit den Abstimmdioden in Reihe und den Durchführungskondensatoren parallel liegenden Trimmer abgeglichen. Diese Art ist besonders zweckmäßig, denn ein Verändern der Trimmer am unteren Bereichsende hat auf den Abgleich bei hoher Frequenz fast keinen Einfluß.

Bild 4.64–11 zeigt als praktisches Beispiel eines kombinierten elektronischen Tuners eine Ausführung von Valvo. UHF-Teil (a) und VHF-Teil (b) befinden sich in diesem Fall auf getrennten Platten, die in eine Grundplatte eingesteckt sind. Das Aggregat wird durch ein Stülpgehäuse abgeschirmt.



a b

Bild 4.64–11 Elektronischer Mehrbereichtuner von Valvo. Links: Ansicht des UHF-Teiles, rechts: Ansicht des VHF-Teiles (Valvo)

4.645 Organische Eingliederung des UHF-Tuners bei getrennten Hf-Bausteinen

Die organische Verbindung des UHF-Tuners mit der Mechanik und Schaltung der Fernsehgeräte variiert je nach Fabrikat und Empfängertyp. Hierbei stehen Duplexbetrieb und leichter Service beim Aus- und Einbau im Vordergrund.

Unter Duplexbetrieb versteht man das einfache Umschalten von einem Programm auf das andere durch Tastendruck, unabhängig davon, in welcher Stellung der VHF-Kanalschalter steht. Voraussetzung ist natürlich, daß der UHF-Tuner auf den zu empfangenden UHF-Sender abgestimmt wurde.

Vom leichten Service beim Aus- und Einbau eines UHF-Tuners spricht man, wenn

a) dazu eine Herausnahme des Empfängerchassis nicht erforderlich ist,
b) die Befestigungsschrauben des Tuners nicht herausgeschraubt sondern nur gelöst zu werden brauchen,
c) die Verbindung zum Abstimmknopf, ggf. auch zur Skala, schnell und bequem herzustellen ist,
d) der Gleichlauf zwischen Tunerabstimmung und Skaleneichung zwangsläufig erfolgt,
e) möglichst alle elektrischen Anschlüsse steckbar sind.

Das unter e) Gesagte bezieht sich auch auf die Verbindung des Zf-Ausganges des UHF-Tuners mit dem Zf-Verstärker des Empfängers.

Von den vielen hier möglichen Schaltungsvarianten ist praktisch nur die erhalten geblieben, die das Mischsystem des VHF-Tuners bei UHF-Betrieb zur Zf-Verstärkung heranzieht (siehe Bild 4.65–4). Neben einer verbesserten Selektion durch ein zusätzliches Zf-Filter hat diese Schaltung auch den Vorteil, daß am Eingang des Bild-Zf-Verstärkers sowohl bei VHF- als auch bei UHF-Empfang ein etwa gleicher Signalpegel zu erwarten ist.

In vielen VHF-Tunern wird für die An- und Abschaltung der UHF-Zwischenfrequenz an die VHF-Mischstufe eine Schaltdiode verwendet. Dies ist aus schaltungstechnischen Gründen, vor allem bei den kontinuierlich abgestimmten VHF-Tunern, sicherlich die beste Möglichkeit.

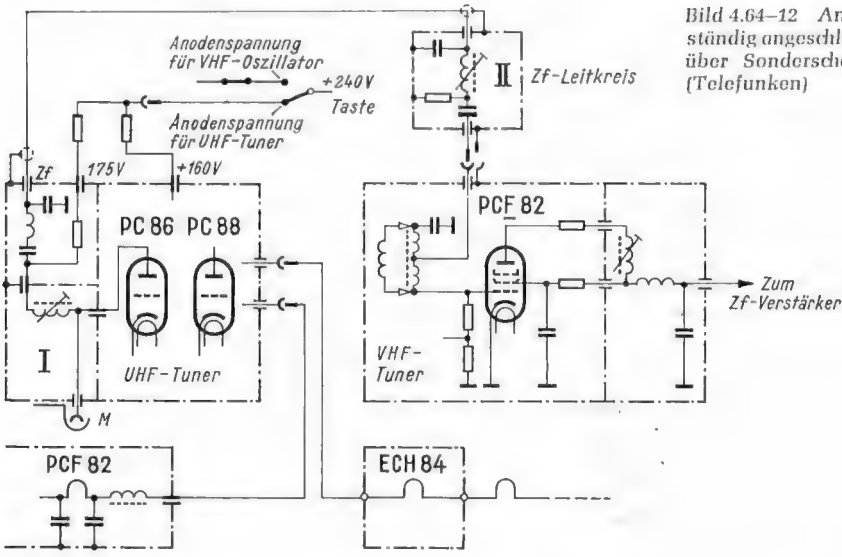


Bild 4.64–12 Anordnung mit ständig angeschlossenen Tunern über Sonderschaltung (Telefunken)

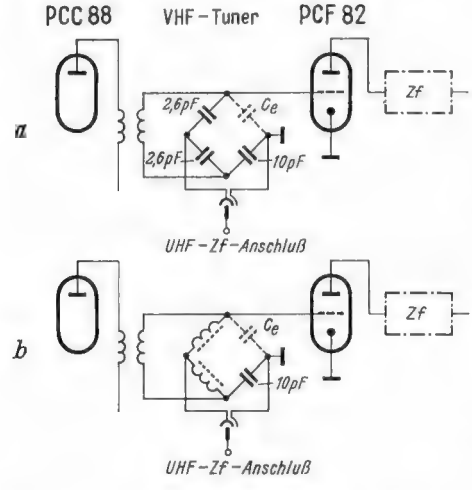


Bild 4.64–13 Prinzipdarstellung der Brückenschaltungen am Zf-Einspeisepunkt des VHF-Tuners, a) kapazitiv, b) induktiv/kapazitiv

Die Beschreibung einer schalterlosen Ausführung in einem Trommel-Tuner mag als Beispiel dienen, auf welche elegante Weise man den Forderungen nach einer mechanisch einfachen (steckbaren) und einer hochfrequenztechnisch einwandfreien Zusammenschaltung des UHF-Tuners mit dem Fernsehempfänger entspricht.

Unter „hochfrequenztechnisch einwandfrei" sei hier eine rückwirkungsfreie Verbindung verstanden, die

a) den Zf-Abgleich des Empfängers nicht beeinträchtigt,

b) jegliche Abstrahlung von Hf-Schwingungen ausschließt.

Nach **Bild 4.64–12** ist als Einspeisungspunkt für die Zwischenfrequenz des UHF-Tuners der hochohmige Meßpunkt M (Hf-Buchse) am Gitterkreis der VHF-Mischröhre PCF 82 vorgesehen.

Wie weiter aus dem Bild hervorgeht, wird die Zwischenfrequenz durch ein fußpunktgekoppeltes Bandfilter übertragen. Der Primärkreis dieses Filters befindet sich im Tunergehäuse, der Sekundärkreis dagegen in einem räumlich davon getrennten Zusatzkästchen. Dieses ist über einen Stecker unmittelbar mit dem Meßpunkt des VHF-Tuners verbunden. Die Kapazität des Verbindungskabels zwischen Primär- und Sekundärspule stellt gleichzeitig einen Teil der Koppelkapazität dar.

Vor dem Steuergitter der PCF 82 liegt eine in Verbindung mit der Röhreneingangskapazität gebildete induktiv-kapazitive

Brückenschaltung, durch die eine frequenzunabhängige Entkopplung der Zf gegen VHF erreicht wird (siehe hierzu die Prinzipdarstellungen **(Bild 4.64–13 a** und **b).**

Der Wechsel von VHF- auf UHF-Empfang erfolgt wie üblich durch Tastendruck, wobei die Anodenspannung der VHF-Oszillatorröhre abgeschaltet und die Betriebsspannungen des UHF-Tuners eingeschaltet werden.

4.646 Abgleicharbeiten am UHF-Tuner

Vorbemerkungen

Wie bereits im Abschnitt 4.61 dargelegt, müssen wir schon genau wissen, für welche Fehlersymptome welche Stufe oder welches Organ verantwortlich gemacht werden kann. Liegt also der Verdacht vor, daß der Abgleichzustand des UHF-Tuners mangelhaft ist, so muß erst einmal die meßtechnische Bestätigung dafür vorliegen, ehe wir etwas an dem Abgleichzustand des Tuners ändern.

Die meßtechnische Bestätigung liefert in erster Näherung die Gesamtdurchlaßkurve des Empfängers, d. h. die Summenkurve des Tuners selbst und des ihm nachfolgenden Zf-Verstärkers (siehe Abschnitt 4.654 und Meßschema Bild 4.65–15).

Darstellung der Hf-/Zf-Gesamtkurve

Zur Aufnahme dieser Kurve wird ein UHF-Wobbelsender über ein Symmetrierglied 60 Ω/240 Ω an den Antenneneingang des UHF-Tuners und ein Oszillograf über ein RC-Glied parallel zum Diodenlastwiderstand hinter dem Videogleichrichter angeschlossen. Wobbler und Tuner stimmen wir zweckmäßig auf den örtlichen UHF-Kanal ab, denn auf diesen kommt es ja in erster Linie an. Die Ausgangsspannung des Wobbelsenders und die Verstärkung des Oszillografen sind dann abwechselnd so einzustellen, daß die aufgezeichnete Kurve leicht verrauscht erscheint (siehe Seite 293). Die Horizontalablenkung des Oszillografen polen wir in der Weise, daß die Frequenzachse der Kurve auf dem Oszillografenschirm von links (niedrige Frequenzen) nach rechts (höhere Frequenzen) verläuft.

Ist der Abgleichzustand in Ordnung, dann zeigt sich auf dem Oszillografenschirm die gleiche Kurve wie in Bild 4.65–16 dargestellt, also mit rechtsseitiger Tontreppe und linksseitiger Nyquistflanke, weil Bild- und Tonträger durch die Mischstufe des Tuners in ihrer Frequenzlage vertauscht werden (siehe Bild 4.63–1).

Weicht die aufgenommene Kurve zu stark von der Sollkurve ab und ist – wie immer bei solchen Messungen vorausgesetzt – die Zf-Kurve des Empfängers in Ordnung (evtl. Kontrolle über VHF), so erweist es sich als zweckmäßig, den Tuner auszubauen und gesondert zu prüfen. Dabei wird man schon häufig feststellen, daß er mechanische Mängel oder falsche Betriebswerte aufzeigt, die möglicherweise die Verstimmung herbeigeführt haben. Diese Fehler, von uns beseitigt, schließen aber nicht eine gesonderte Abgleichkontrolle des Tuners und gegebenenfalls eine Korrektur seines Abgleichs aus. Hierauf wollen wir in den nächsten Abschnitten näher eingehen.

Darstellung der Tuner-Durchlaßkurven

Die Aufnahme der Durchlaßkurven von einem UHF-Tuner erfolgt grundsätzlich in gleicher Weise wie die von einem VHF-Tuner, nur daß jetzt ein UHF-Wobbler, ein gesonderter Zf-Markengeber und für den Anschluß des Oszillografen ein Diodentastkopf verwendet werden. Die prinzipielle Zusammenschaltung der Meßgeräte mit dem UHF-Tuner ist in den **Bildern 4.64–14 a** und **b** angegeben.

Den UHF-Wobbler legen wir mit seinem 60-Ω-Ausgang über ein Symmetrierglied 60 Ω/240 Ω an den Antenneneingang des Tuners.

Der Anschluß erfolgt noch besser direkt am 60-Ω-Eingang des Tuners (Anlöten oder passende Steckverbindung), da durch die doppelte Umsymmetrierung leicht eine unerwünschte Kurvenschieflage vorgetäuscht wird.

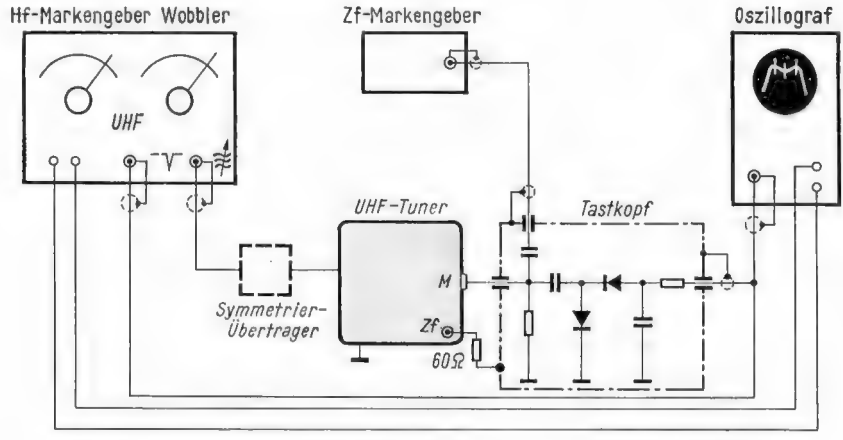


Bild 4.64–14 a Grundsätzlicher Meßaufbau für die Darstellung der Tuner-Durchlaßkurve bis zum Meßpunkt M

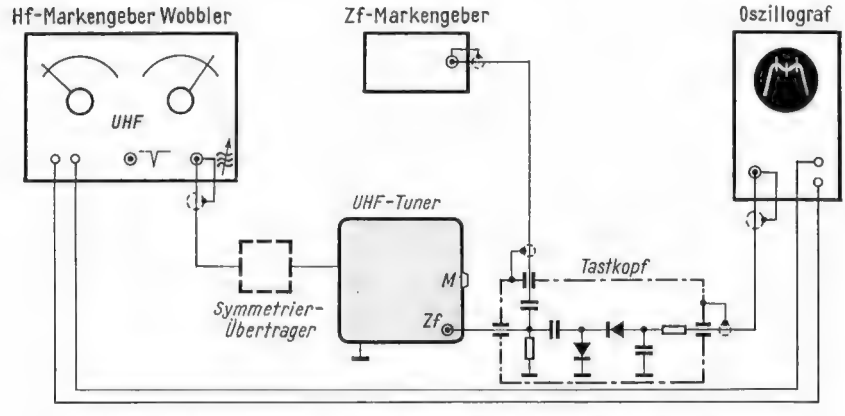


Bild 4.64–14 b Grundsätzlicher Meßaufbau für die Darstellung der Tuner-Durchlaßkurve bis zum Zf-Ausgang

An den Meßpunkt M, der – unterschiedlich zum VHF-Röhrentuner – nicht vor der Mischröhre, sondern – bedingt durch den selbstschwingenden Mischer – hinter der Mischstufe liegt, schließen wir zunächst den Oszillografen an, und zwar über einen Diodentastkopf, so wie er im Abschnitt 4.622, Bild 4.62–5, beschrieben wurde. Dabei sind möglichst kurze Masseverbindungen herzustellen. Achtung: Der Meßpunkt führt bei Röhrentunern Anodenspannung! Der Zf-Markengeber wird über ein geschirmtes Kabel mit dem Markeneingang des Tastkopfes verbunden.

Der Zf-Ausgang des UHF-Tuners, den wir je nach Tunerausführung unmittelbar am Tunergehäuse oder auf einem darauf befindlichen, mitunter auch räumlich davon getrennten Kästchen vorfinden und mit dem im Betriebsfall der für den UHF-Tuner vor-

gesehene Zf-Eingang des Fernsehempfängers verbunden wird, ist mit einem 60-Ω-Widerstand abzuschließen. (Im Einzelfall sei, besonders bei Kombinationstunern, auf die in den Abgleichanweisungen angegebenen Maßnahmen hingewiesen). Hierdurch vermeiden wir Rückwirkungen von dem zwischen dem Meßpunkt M und dem Zf-Ausgang liegenden Auskopplungsfilter.

Mit Hilfe dieses Meßaufbaues können wir nun die Durchlaßkurve bis zum Meßpunkt sichtbar machen. Sie ist durch den selbstschwingenden Mischer bereits in den Zf-Bereich umgesetzt, nur geht die Zf-Selektion durch die starke Bedämpfung bzw. Verstimmung der Zf-Kreise dabei nicht ein.

Der Abgleichzustand des mechanisch und elektrisch vorgeprüften Tuners ist einwandfrei, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Bei mechanisch abstimmbaren Tunern:

Bandbreite (bei 3 dB Abfall): 6 . . . 10 MHz, entsprechend einem Abstand von Höcker zu Höcker von 5,5 . . . 7 MHz.

Einsattelung: max. 3 dB (ca. 25 %), gemessen von der höchsten Spitze.

Bei elektronisch abstimmbaren Tunern:

Bandbreite (bei 3 dB Abfall) 10 . . . 20 MHz, Kurvenform zum Teil auch glockenförmig.

Weichen die kontrollierten Werte von den vorgenannten ab, so ist ein Nachgleich erforderlich.

Neben der Durchlaßkurve bis zum Meßpunkt M wird man beim UHF-Tuner auch die Durchlaßkurve vom Antenneneingang bis zum Zf-Ausgang des Tuners aufnehmen. Dies ist insofern erforderlich, weil UHF-Tuner, in jedem Falle aber die kombinierten UHF/VHF-Tuner, im Ausgang bereits ein komplettes Zf-Bandfilter enthalten, also nicht nur den Primärkreis davon, wie wir es vom VHF-Tuner her kennen.

Sollte ein älterer UHF-Tuner gleichfalls nur den Primärkreis des Bandfilters besitzen, so ist nach dem Abgleich bis zum Meßpunkt M wenigstens eine Funktionskontrolle bis zum Tuner-Zf-Ausgang durchzuführen. Bei dieser Prüfung muß sich dann zeigen, daß die Form der Durchlaßkurve gegenüber der am Meßpunkt erhaltenen im wesentlichen unverändert bleibt. Anderenfalls ist ein Abgleich nach den Richtlinien der folgenden Nachstimmbeschreibungen vorzunehmen.

Nachstimmen des UHF-Röhren- oder Transistortuners in λ/2-Technik

Zunächst wird man den Meßaufbau wählen, wie er zur Darstellung der Tuner-Durchlaßkurve bis zum Meßpunkt erforderlich war Bild 4.64–14a).

Hierzu seien aber noch einige Hinweise gegeben:

Für das Nachstimmen müssen alle Abgleichorgane des Tuners leicht zugänglich sein. Deshalb wird der Tuner ausgebaut. Die Stromversorgung für ihn erfolgt zweckmäßig aus dem Fernsehgerät. Die Zuleitungen sind ja meist steckbar; ggf. fertigen wir uns ein Verlängerungskabel mit den entsprechenden Steckern an.

Sollten wir öfter Tuner nachstimmen müssen, so ist nach Abschnitt 4.622 der Bau einer Aufnahmevorrichtung empfehlenswert. Für die Stromversorgung benötigen wir dann ein Netzgerät für U_a = 200 V– sowie eine Heizstromquelle für 300 mA, für Transistortuner eine stabilisierte Gleichspannungsquelle 12 . . . 15 V/max. 30 mA.

Für den Abgleich von Tunern mit Nachtimmdioden ist außerdem eine von 0...–30 V einstellbare Vorspannungsquelle notwendig. Ihr Innenwiderstand soll max. 25 kΩ betragen.

In den Bildern 4.64–14a und b sind die Tuner aus Gründen der Allgemeingültigkeit lediglich symbolisch dargestellt. Die Bilder **4.64–15 a** und **b** sollen ergänzend dazu die Ansichten und die Lage der Abstimmorgane einiger gebräuchlicher Röhrentuner angeben. Im allgemeinen sind für die Hf-Kreise und den Oszillator-Kreis sieben Abgleichtrimmer vorgesehen, die hier einheitlich wie folgt bezeichnet sind:

Hf-Kreise	Bereichs-anfang	Bereichs-mitte	Bereichs-ende
Vorkreis		V	
Bandfilter, Primärkreis	P_a		P_e
Bandfilter, Sekundärkreis	S_a		S_e
Oszillator	O_a		O_e

Zf-Kreise

1. Kreis: Z_1;
2. Kreis: Z_2 (evtl. in getrenntem Kästchen)

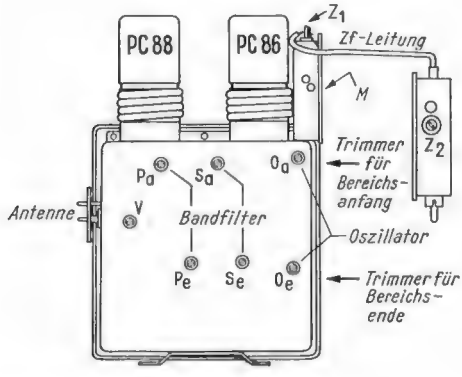


Bild 4.64–15 a Trimmeranordnung bei Telefunken/NSF-Tunern

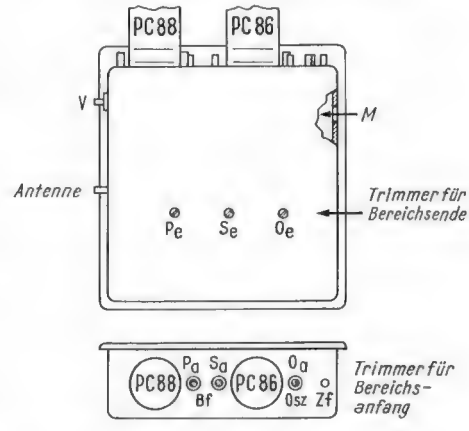


Bild 4.64–15 b Trimmeranordnung bei einem Valvo/Philips-Tuner

Das Bereichsende der UHF-Tuner kann – wie schon früher gesagt – bei 790 oder bei 860 MHz liegen. Reicht für den Abgleich der Tuner mit erweitertem Bereich der UHF-Wobbler nicht aus, so sei auf den Werkstatt-Tip auf Seite 334 hingewiesen.

Beim Nachstimmen geht man am besten in dieser Reihenfolge vor:

1. *UHF-Tuner auf 470 MHz abstimmen, d. h. Rotorpakete des Drehkondensators voll eindrehen.*
2. *Wobbelsender (Hub ± 10 MHz) so einstellen, daß die 470-MHz-Marke des zugeschalteten Hf-Markengebers rechts auf dem Oszillografenschirm sichtbar wird und für höhere Frequenzen nach links wandert.*
3. *Bandfilter (Sekundärkreis) durch Herausdrehen des Trimmers S_a verstimmen.*
4. *Bandfilter (Primärkreis) mit Trimmer P_a so abstimmen, daß sich exakt auf der 470-MHz-Marke eine einhöckrige Kurve ergibt.*
5. *Bandfilter (Sekundärkreis) mit dem Trimmer S_a so nachstimmen, daß aus der einhöckrigen Kurve eine Bandfilterkurve mit zwei möglichst gleich hohen Höckern entsteht.*
6. *Hf-Markengeber abschalten, Zf-Markengeber auf Mittenfrequenz (36,15 MHz) einschalten.*
7. *Mittels Oszillatortrimmer O_a die Bandfilterkurve auf solche Form bringen, daß die Zf-Marke 36,15 MHz in der Mitte der Durchlaßkurve bzw. die Zf-Marken 38,9 und 33,4 MHz symmetrisch dazu liegen.*

Sollte dann die gewünschte Bandbreite von > 6 MHz nicht zu erreichen sein, muß die Lage der Katodenkoppelschleife des selbstschwingenden Mischers am unteren Ende vorsichtig verändert werden. Hierzu ist

der Deckel vom Tuner an der entsprechenden Stelle abzunehmen.

Hat die Durchlaßkurve eine zu große Bandbreite (Kurve mit sehr tiefer Einsattlung), so biegt man die Schleife an den Mittelleiter des Bandfilter-Sekundärkreises heran.

Ist dagegen die Bandbreite zu klein (runde Kurve ohne Höcker), so wird die Schleife vom Innenleiter abgebogen.

In beiden Fällen müssen wir bei Röhrentunern beachten, daß das Katodenblech des selbstschwingenden Mischers nicht ebenfalls verbogen wird, da sich sonst die Rückkopplungseigenschaften der Röhre ändern. Nach Justierung der Koppelschleife ist das Bandfilter mit dem Trimmer S_a nach Punkt 5 neu einzustellen.

Zeigt die Kurve nach Schließen des Tunerdeckels den gewünschten Verlauf (Bandbreite $\geq$ 6 MHz; Hf-Marke 470 MHz, rechts), so prüfen wir, ob der Oszillator richtig oberhalb der Empfangsfrequenz, d. h. auf 470 + 38,9 MHz, arbeitet. Es kann nämlich vorkommen, daß die Oszillatorfrequenz bei 470 − 38,9 MHz liegt. Diesen beiden Möglichkeiten entsprechen zwei Stellungen des Oszillatortrimmers. Davon ist diejenige Einstellung richtig, bei welcher der Trimmer die kleinere Kapazität aufweist (am weitesten herausgedreht ist). Schwingt der Oszillator auf der falschen Frequenz, so ist später die unter 12a beschriebene Aufzeichnung der Gesamtdurchlaßkurve nicht möglich.

8. *Wenn die Durchlaßkurve bei 470 MHz den angegebenen Werten entspricht, muß man den Abgleich am oberen Bereichsende, d. h. auf 790 MHz (bzw. 860 MHz), vornehmen (Rotorpakete des Drehkondensators voll herausgedreht).*

Wie unter Punkt 1 bis 5 beschrieben, stellt man nun sinngemäß mit dem Trimmer P_e den einhöckrigen Kurvenzug, mit S_e die Bandfilterkurve und mit O_e die richtige Frequenzlage der Kurve ein. Ergibt sich dabei eine verkleinerte Bandbreite gegenüber der am Bereichsanfang, so läßt sie sich nicht mehr ohne weiteres vergrößern. Die Bandfilterbedämpfung ist nämlich über den gesamten Empfangsbereich IV/V ein Kompromiß. Fehler bis zu 30 % sind zulässig.

9. *Nach den Einstellungen bei 470 und 790 (860) MHz die Durchlaßkurve kontinuierlich über den gesamten Empfangsbereich kontrollieren.*

In der Regel wird nach den Arbeiten Punkt 1 bis 8 der Abgleichzustand wieder in Ordnung sein. Sollte jedoch die Kontrolle der Durchlaßkurve nur am Anfang und Ende des Bereiches befriedigend ausfallen, nicht aber im Durchstimmbereich, so muß ein Lamellenabgleich vorgenommen werden. Gegebenenfalls genügt dieser Abgleich schon an den Stellen, wo bei der Messung die Kurve von der Normalform stark abweicht.

10. *Mit dem Lamellenabgleich an der oberen Bereichsgrenze (Drehkondensator herausgedreht) beginnen.*

Die Rotorpakete dreht man soweit in den Stator hinein, bis das Ende der ersten Abgleichlamelle mit der Statorkante in gleicher Höhe steht. Mit dem früher erwähnten kleinen Drahthaken werden nun die Bandfilterkurve sowie der Oszillatorgleichlauf durch Ab- oder Heranbiegen der jeweils eintauchenden Lamelle korrigiert. Hierbei sollte angestrebt werden, die vorgeschriebene Kurve durch Wegbiegen der Lamellen zu erreichen, da bei einem Heranbiegen Schlüsse im Drehkondensator entstehen können. Weiterhin sollten wir uns bemühen, die Oszillator-Rotorlamellen so wenig wie möglich zu biegen, damit die Abstimmung des UHF-Tuners mit der Kanalangabe auf der Skala erhalten bleibt. Den Lamellenabgleich müssen wir schrittweise bis zur letzten Lamelle durchführen.

11. *Ist die Durchlaßkurve des Tuners bis zum Meßpunkt M über den gesamten Empfangsbereich einwandfrei, so wenden wir uns dem Abgleich der Zf-Kreise des Tuners zu. Dieser ist nur möglich, wenn wir hinter dem 2. Kreis (Z_2) des Zf-Ausgangsbandfilters vom UHF-Tuner messen. Hinter dem 1. Kreis dieses Bandfilters ist lediglich eine Funktionsprüfung möglich, d. h. eine Kontrolle darüber, ob*

sich an dieser Stelle die Durchlaßkurve gegenüber der am Meßpunkt aufgenommenen etwa verändert hat. Beim Abgleich soll der Drehkondensator des Tuners in Mittellage (f_e = 650 MHz) *stehen. Es kommen dann zwei Methoden in Frage:*

a) Wir gleichen die Zf-Spulen (Z_1/Z_2) bei der Aufnahme der Gesamtdurchlaßkurve des Tuners ab. Die Einspeisung der Wobblerspannung bleibt wie bisher. Der Oszillograf wird über den Diodentastkopf (Bild 4.62–5) an den Zf-Ausgang (hinter der zweiten Spule) des Tuners angeschlossen. Die Einstellungen von Z_1/Z_2 sind richtig, wenn die Zf-Marke 36,15 MHz in der Mitte und die Zf-Marken 33,4 und 38,9 MHz symmetrisch zur Durchlaßkurve liegen.

b) Der Zf-Abgleich wird vom Meßpunkt des UHF-Tuners aus über den gesamten Zf-Verstärker des Fernsehgerätes vorgenommen. Die Zf-Wobblerspannung ist über einen spannungsfesten Keramikkondensator von 0,5 oder 1 pF dem Meßpunkt M zuzuführen. Den Oszillografen schließt man über ein RC-Glied hinter dem Videogleichrichter des Empfängers an. Nun wird mit den Zf-Kreisen Z_1/Z_2 eine Zf-Durchlaßkurve – wie in Bild 4.65–6 – eingestellt.

Bemerkung zum Abgleich der Zf-Kreise

Der Zf-Kreis Z_2 kann sich sowohl im Tunergehäuse als auch in einem davon gesonderten Kästchen befinden (siehe Bild 4.64–15). Die Abgleichmethode ist in beiden Fällen die gleiche.

Bemerkung über den Meßbereich der UHF-Wobbler

Sollte der UHF-Wobbler nicht den für einige Fernsehempfänger vorgesehenen erweiterten Bereich von 470...860 MHz erfassen, so werden die Rotorplatten eines hierfür bemessenen Tuners so weit eingedreht, daß der Abgleich auf der Endfrequenz des Wobblers vorgenommen werden kann. Dazu üben wir folgenden Kunstgriff aus: Wir zählen die Lamellen an einem jener Rotorpakete des Dreifach-Drehkondensators aus, die zum Abstimmen des Hf-Bandfilters dienen. Unter der Voraussetzung einer linearen Abhängigkeit der Frequenz vom Drehwinkel tritt dann zwischen jeweils zwei Lamellenschlitzen derselbe Frequenzunterschied auf.

Der überstrichene Frequenzbereich ist 390 MHz (860 bis 470 MHz). Wird dieser Wert durch die Anzahl der Lamellen dividiert, so ergibt sich der Frequenzschritt von Lamellen- zu Lamellenschlitz. Wir können somit den Lamellenschlitz ermitteln, bis zu dem die Platten eingedreht werden müssen, um auf eine Frequenz zu kommen, die noch mit unserem Wobbler erreichbar ist.

Nachstimmen des UHF-Transistor-Tuners in $\lambda/4$-Technik

Hierfür sei als Beispiel der Nachstimmvorgang am Telefunken-Transistortuner erläutert (vgl. **Bild 4.64–16/17**). Es sind sinngemäß die gleichen Vorkehrungen zu treffen wie beim Nachstimmen des Röhrentuners. Der grundsätzliche Meßaufbau entspricht wieder den Darstellungen in den Bildern 4.64–14a und b. Hf- bzw. Zf-Markengeber sind jeweils korrespondierend anzuschalten. Das Nachstimmen selbst unterscheidet sich nur wenig von dem des Tuners in $\lambda/2$-

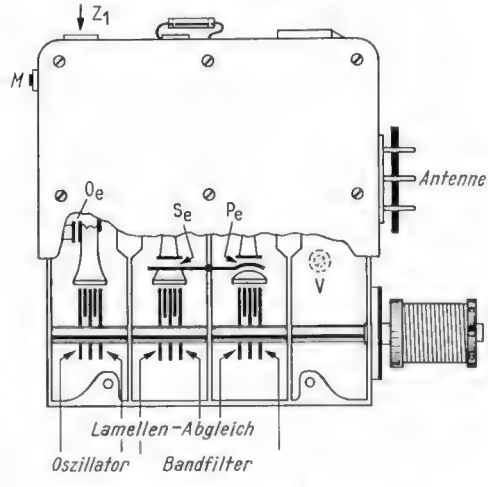


Bild 4.64–16 Abgleichorgane bei dem Telefunken-Transistortuner, Baujahr 1963/64 (Oe, Se, Pe sind auch bei geschlossenem Oberdeckel zugänglich)

Technik. Es sind allerdings nur Trimmkondensatoren für das Bereichsende der Kreise vorhanden. Für den Nachgleich am Bereichsanfang und über den gesamten Bereich dienen die Rotorlamellen des Drehkondensators. Aus diesem Grunde ist für den Abgleich des vorgenannten Tuners jeweils der Abgleichdeckel (über dem Dreifach-Drehkondensator) abzunehmen. Bei Kontrollen soll er aufgesetzt sein. Reihenfolge der Arbeiten:

1. *Rotorpakete des Drehkondensators ganz herausdrehen. UHF-Wobbler auf 860 MHz abstimmen. (Reicht der UHF-Wobbler nicht bis 860 MHz, siehe entsprechende Bemerkung auf Seite 378.)*
2. *Trimmer P_e und S_e behutsam derart verstellen, daß sich auf dem Sichtschirm des Oszillografen eine Durchlaßkurve zeigt.*
3. *Form der Durchlaßkurve mit den gleichen Nachstimmorganen so korrigieren, daß die 860-MHz-Marke des Markengebers rechts auf der Flanke der Durchlaßkurve sitzt.*
4. *Mit dem Oszillatortrimmer O_e die Durchlaßkurve auf solche Form bringen, daß die Zf-Marke 36,15 MHz in der Mitte der Durchlaßkurve bzw. die Zf-Marken 38,9 und 33,4 MHz symmetrisch dazu liegen.*
5. *Durchlaßkurve mit den Trimmern P_e und S_e korrigieren.*
6. *Vorkreistrimmer V auf größte Amplitude der Durchlaßkurve einstellen.*
7. *Soweit für die Basisspannungen der Transistoren Einstellwiderstände vorhanden, diese auf größte Amplitude der Durchlaßkurve einstellen.*
8. *Rotorpakete des Drehkondensators voll eindrehen und UHF-Wobbler auf 470 MHz abstimmen.*
9. *Jeweils erste Lamelle an den äußeren Rotorplatten der Hf-Bandfilter-Drehkondensatoren behutsam mit kleinem Drahthaken so biegen, daß sich wieder eine Durchlaßkurve zeigt.*
10. *Jeweils erste Lamelle an den äußeren Rotorplatten des Oszillator-Drehkondensators so biegen, daß die Hf-Marke 470 MHz links auf der Flanke der Durchlaßkurve sitzt und die Zf-Marke 36,15 MHz in der Mitte der Durchlaßkurve bzw. die Zf-Marken 38,9 MHz und 33,4 MHz symmetrisch dazu liegen.*

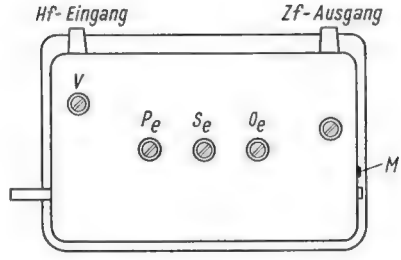


Bild 4.64–17 Abgleichorgane bei dem Telefunken-UHF-Transistortuner Baujahr 1965

Gegebenenfalls muß die Lage der Oszillator-Koppelschleife in der Kammer des Hf-Bandfilters korrigiert werden. Diese Schleife liegt richtig, wenn die Einsattelung der Durchlaßkurve nicht größer als 3 dB (etwa 25 %) ist. Anschließend an diese Arbeiten ist der Deckel wieder aufzuschrauben.

11. *Abgleichzustand bei 860 MHz kontrollieren; ggf. mit P_e, S_e und O_e verbessern.*
12. *Nunmehr Durchlaßkurve kontinuierlich über den gesamten Empfangsbereich kontrollieren. Dazu Wobbler-Mittenfrequenz stetig verändern und Rotorpakete des Kondensators entsprechend eindrehen.*

In der Regel wird nach den Arbeiten Punkt 1 bis 11 der Abgleichzustand wieder in Ordnung sein. Sollte jedoch die Kontrolle der Durchlaßkurve nur am Anfang und Ende des Bereiches befriedigend ausfallen, nicht aber im Durchstimmbereich, so muß ein Lamellenabgleich – wie unter Punkt 10 und 11 beim Abgleich des Tuners in $\lambda/2$-Technik beschrieben – vorgenommen werden.

13. *Ist der Abgleichzustand des Tuners bis zum Meßpunkt M über den gesamten Empfangsbereich VI/V einwandfrei, so folgt der Abgleich der Zf-Spulen des UHF-Tuners. Diesen führen wir, da sich der zweite zum UHF-Tuner gehörende Zf-Kreis im VHF-Tuner befindet, zweckmäßig so aus, wie unter Punkt 12 b beim $\lambda/2$-Tuner beschrieben.*

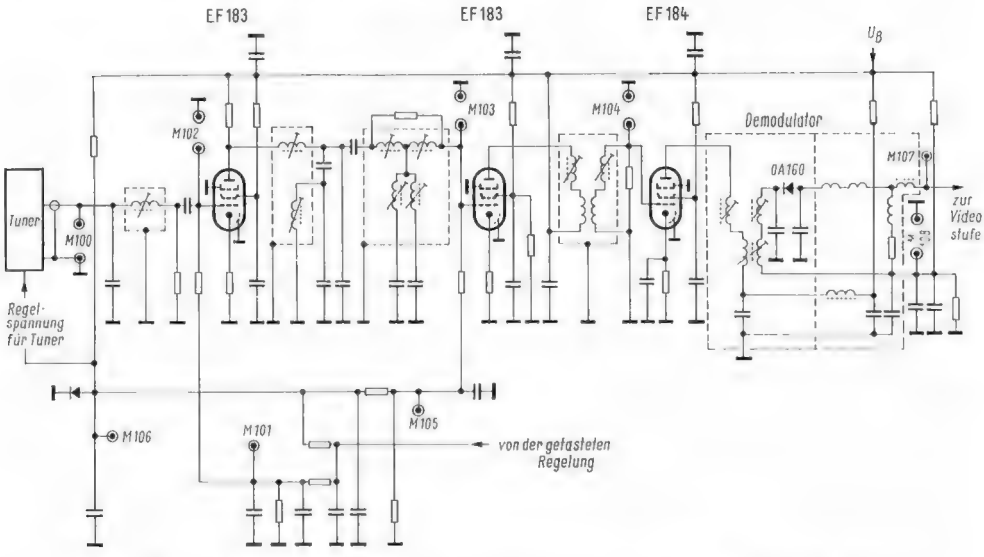


Bild 4.65–1 Schaltungsbeispiel eines Zf-Verstärkers mit drei Röhrenstufen, davon zwei geregelt, eine verzögert

Achtung!

Für den Abgleich der elektronisch abstimmbaren UHF-Tuner sei nochmals auf die entsprechenden Serviceanleitungen verwiesen. Wie schon aus der Beschreibung des elektronischen UHF-Tuners hervorgeht (siehe Seite 325/326), ist eine genaue Kenntnis der Abgleichpunkte und der Abgleichreihenfolge unbedingt erforderlich. Auch sind die Abgleichfrequenzen korrekt einzuhalten!

4.65 Bild-Zf-Verstärker

4.651 Vorbemerkungen

Im Zf-Verstärker wird bekanntlich das in der Mischstufe des Tuners frequenzmäßig umgesetzte Fernsehsignal verstärkt und so geregelt, daß innerhalb bestimmter Grenzen unabhängig von der Größe des Eingangssignals eine möglichst konstante Ausgangsspannung entsteht. Ferner wird in ihm die besondere, normbedingte Durchlaßkurve geformt. Da bei dem hier ausschließlich behandelten Intercarrier-Empfänger Bild- und Tonträger – wenn auch nicht zu gleichem Anteil, so doch gemeinsam – verstärkt werden, sprechen wir im folgenden nicht vom Bild-Zf-, sondern ganz allgemein vom Zf-Verstärker.

Der Zf-Verstärker kann drei- oder vierstufig, bei röhrenbestückten und einfachen Empfängern auch zweistufig aufgebaut sein; er ist, wenn noch mit Röhren versehen, in den geregelten Stufen mit den Typen EF 80, EF 85 und EF 183, in den ungeregelten Stufen mit den Typen EF 80 und EF 184 bestückt **(Bild 4.65–1)**. Bei den gemischt bestückten Verstärkern werden in den ungeregelten Stufen Transistoren, zum Beispiel vom Typ AF 114, AF 118, AF 121, AF 201 und AF 202 verwendet **(Bild 4.65–2)**. In den volltransistorisierten Zf-Verstärkern der neueren Geräte findet man unter anderem die Typen BF 198, BF 199 und BF 311 **(Bild 4.65–3)**. Bei UHF-Empfang wird in den modernen Geräten als erste Zf-Stufe die VHF-Mischstufe (zum Beispiel AF 106) verwendet **(Bild 4.65–4)**.

Die Kopplungsorgane zwischen den Stufen sind je nach Schaltungskonzept:

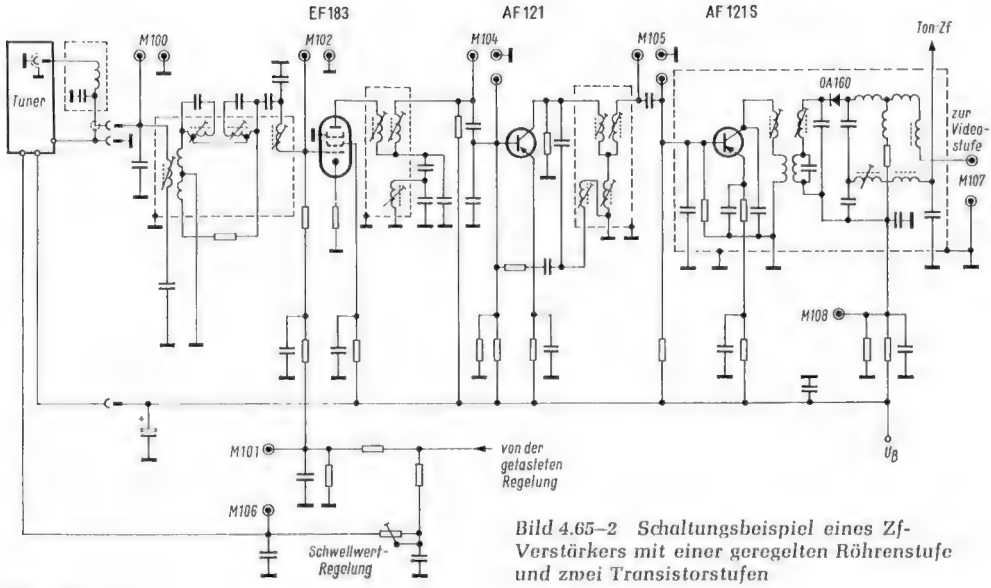


Bild 4.65–2 Schaltungsbeispiel eines Zf-Verstärkers mit einer geregelten Röhrenstufe und zwei Transistorstufen

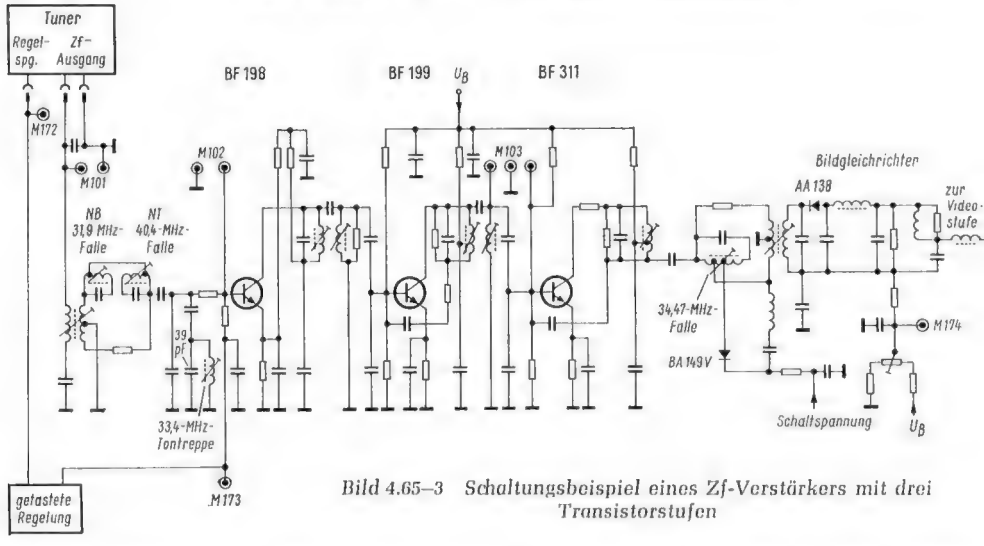


Bild 4.65–3 Schaltungsbeispiel eines Zf-Verstärkers mit drei Transistorstufen

a) auf die Bandmittenfrequenz abgestimmte symmetrische Bandfilter

b) eine Kombination von Bandfiltern und Einzelkreisen

Zum Unterdrücken des Nachbar-Bildträgers (NB) und des Nachbar-Tonträgers (NT) sowie zum Absenken des eigenen Tonträgers (ET oder T) und neuerdings auch des Farbträgers in Schwarzweißempfängern beim Empfang von Farbsendungen dienen die sogenannten *Fallen* oder *Traps*. Sie sind entweder auf die einzelnen Filter verteilt und daran kapazitiv oder induktiv angekoppelt, oder sie sind konzentriert am Eingang des Verstärkers angeordnet. In den transistorisierten Zf-Verstärkern wendet man meist die letztgenannte Methode an.

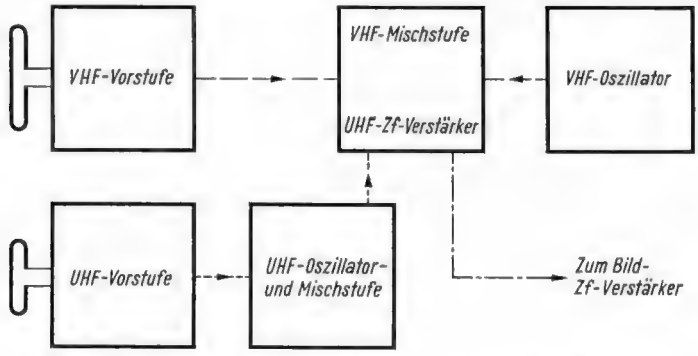


Bild 4.65–4 Blockschema eines kombinierten VHF/UHF-Tuners

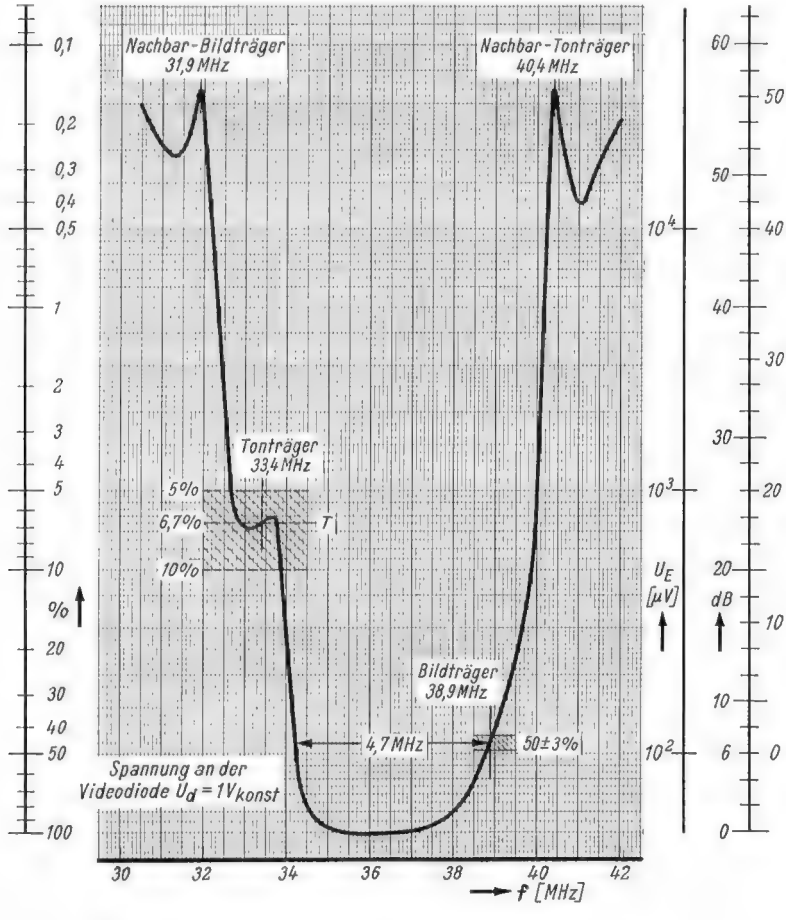


Bild 4.65–5 Bild-Zf-Kurve in logarithmischer Darstellung

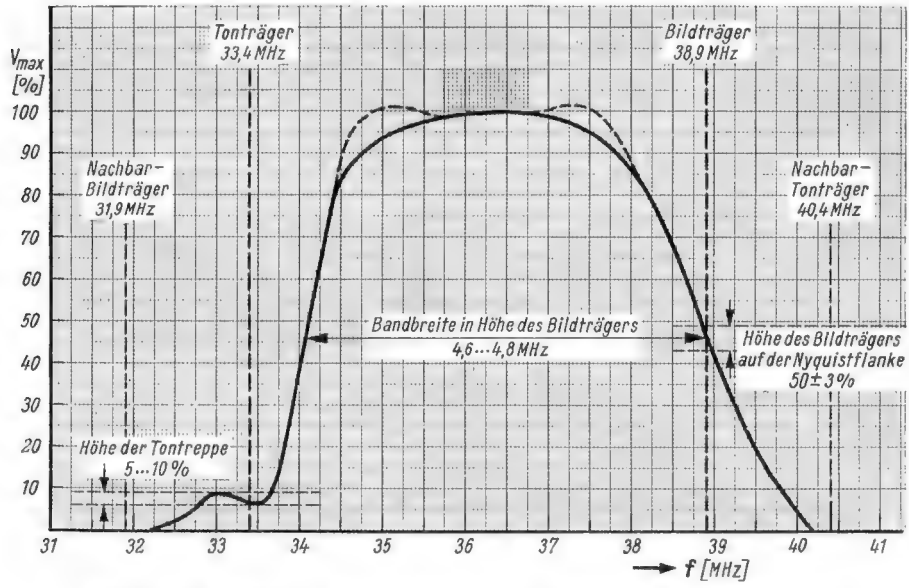


Bild 4.65–6 Zf-Kurve in linearer Darstellung; ausgezogen = Glockenform, gestrichelt = mit zulässiger Welligkeit

Der Einfluß der Fallen auf die Zf-Durchlaßkurve ist besonders gut aus einer logarithmischen Darstellung wie in **Bild 4.65–5** zu erkennen, da wir hierbei einen großen Spannungsbereich erfassen.

Die Sperrtiefen sollen nach den Empfehlungen der Bundespost vom Bildträger (Nyquistflanke) aus gerechnet, der bereits eine Dämpfung von 6 dB erhält, 36 dB für den NT und 40 dB für den NB betragen. Bei dem Empfänger mit der abgebildeten Durchlaßkurve werden diese Werte mit je 50 dB übertroffen. Der eigene Tonträger (T) liegt auf einer Treppenstufe von 6,7 % der Kurvenhöhe und einer Breite von etwa 800 kHz.

An der gleichen Kurve, jedoch im linearen Maßstab, wie sie der Oszillograf zeichnet, und wegen einer anderen Polarität nach oben gerichtet **(Bild 4.65–6)** sind die Dämpfungswerte (NB und NT) nicht mehr sichtbar. Hier müßte man schon nach dem Beispiel in Bild 4.62–11 eine „Ausschnittvergrößerung" vornehmen.

Betrachten wir die in Bild 4.65–6 gezeigte Darstellung als Sollkurve für fast jeden Fernsehempfänger mit der Bildzwischenfrequenz 38,9 MHz, so sind folgende Merkmale charakteristisch:

1. Die Bildflanke (Nyquistflanke) ist zwischen 10 % und 90 % der Kurvenhöhe mit ca. ± 1 MHz Breite, bezogen auf die Lage des Bildträgers, bedeutend flacher als die Tonflanke mit 750 kHz, vom Ende der Tontreppe bis 90 % der Kurvenhöhe.
2. der Bildträger liegt etwa auf halber Höhe der Nyquistflanke (47 %),
3. der Tonträger liegt auf einer Treppe von 6,7 % der Gesamtamplitudenhöhe und einer Frequenzbreite von etwa 800 kHz,
4. die Kuppe der Durchlaßkurve hat einen geraden bis glockenförmigen Verlauf mit abgerundeten Übergängen zur Nyquistflanke und zur Tonträgerflanke.

4.652 Darstellung der Zf-Durchlaßkurve

Für das Aufzeichnen der Zf-Durchlaßkurve sind die grundsätzlichen Richtlinien nach 4.623 zu beachten sowie folgende Vorbereitungen und Geräteeinstellungen erforderlich **(Bild 4.65–7)**:

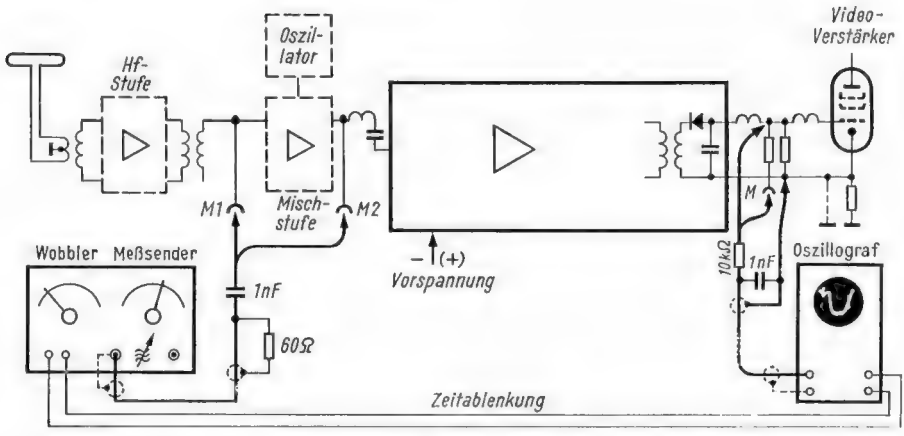


Bild 4.65–7 Meßschema für die Darstellung der Zf-Durchlaßkurve

1. *Empfänger auf einen senderfreien Kanal einstellen*

Bei einem Röhrentuner ist, um die Durchlaßkurve nicht zu deformieren, der Oszillator außer Betrieb zu setzen.

Dies kann durch Ablöten der Anodenspannungszuführung vom Triodenteil der PCF oder bei einem VHF-Tuner mit Spulentrommel durch Kontaktverhinderung der daran befindlichen Oszillatorspule erfolgen. Im letzteren Fall brauchen wir in den Spalt zwischen zwei Segmenten der Nachbarkanäle nur einen Papierstreifen zu führen, der sich dann in der gewählten Kanalschalterstellung zwischen die Kontaktnieten der Spule und Abnahmefedern klemmt.

2. *Horizontalablenkung und Hochspannungserzeugung außer Betrieb setzen*
3. *Auf Bedingungen der Vorspannung für den Verstärker achten (siehe 4.623, Ziffer 4).*
4. *Wobbler über ein abgeschlossenes Kabel (60 Ω) und einen Kondensator mit Tuner-Meßpunkt oder – soweit noch röhrenbestückt – direkt mit Aufblaskappe auf der Mischröhre verbinden.*

Liegt der Tuner-Meßpunkt am Eingang der Mischstufe (M 1), so ist der Kondensator mit ca. 1 nF zu bemessen; liegt er am Ausgang der Mischstufe (M 2), so wählt man einen Kondensator in der Größenordnung von 1 pF.

Hierbei muß erneut darauf hingewiesen werden, daß die Verbindung zwischen Kabelausgang und Einspeisungspunkt so kurz wie möglich sein soll. Ferner ist die Kabelabschirmung unmittelbar mit dem Tunergehäuse in Nähe des Einspeisungspunktes zu verbinden. Wendet man diesen Anschlüssen nicht größte Sorgfalt zu, so hat man mit Schwingneigung oder mit verzerrten Durchlaßkurven, die nicht den wahren Verhältnissen entsprechen, zu rechnen.

5. *Y-Verstärker des Oszillografen über ein RC-Glied parallel zum Diodenlastwiderstand hinter Videogleichrichter (Meßpunkt, herausgeführte Lötfahne oder Buchse) verbinden*

Liegt der Fußpunkt des Diodenlastwiderstandes nicht an Masse, so ist er für den Abgleichvorgang auf kürzestem Wege mit Masse zu verbinden.

Die Y-Verstärkung im Oszillografen ist immer ausreichend, um die unmittelbar hinter dem Videogleichrichter abgenommene Spannung im Oszillogramm gut auszubilden. Ist fabrikseitig kein Meßpunkt hinter dem Videogleichrichter vorgesehen (ältere Empfänger), so klemmt man das RC-Glied bei einem röhrenbestückten Video-Verstärker an das Gitter der Video-Endröhre an (Bild 4.65–7). Die abgeschirmte Meßleitung vom

Meßpunkt zum Oszillografen muß dann unmittelbar hinter dem Widerstand beginnen.

Wobblerspannung so bemessen, daß die am Kontrollpunkt auftretende Spannung ca. 3 ... 4 V_{ss} beträgt (siehe 4.623, Ziffer 5).

Interne Ablenkung des Oszillografen außer Betrieb setzen und Zeitablenkspannung vom Wobbler beziehen oder den Oszillografen auf Netzablenkung umschalten (siehe 4.623, Ziffer 3).

X-Verstärkung des Oszillografen so einstellen, daß die Ablenkung (horizontale Linie) gerade über den ganzen Schirm reicht.

6. *Wobbler auf Zf-Bereich schalten und auf Mittenfrequenz (36,15 MHz) zwischen Bild- und Tonträger abstimmen (Hub ≧ ± 6 MHz)*

Wobblerhub zunächst maximal (10 ... 15 MHz) bemessen. Dann alle entsprechenden Bedienungsorgane, einschließlich Y-Verstärkung des Oszillografen, so einstellen, daß die Durchlaßkurve genügend groß und unverzerrt abgebildet wird.

Übersteuerungen (durch zu große Ausgangsspannung des Wobblers oder Verstärkung des Oszillografen) auf jeden Fall vermeiden; Kurvenform darf sich, wie schon unter 4.623, Ziffer 5 der „Grundsätzlichen Richtlinien" bemerkt, beim Herabregeln der Ausgangsamplitude nicht verändern. Eine an ihrer Oberseite völlig flache und geradlinig abgeschnittene Kurve deutet fast immer auf Übersteuerung hin.

7. *Form- und Frequenzvergleich der auf dem Schirm erscheinenden Durchlaßkurve mit der in Bild 4.65–6 dargestellten Sollkurve*

Hierbei wird vorausgesetzt, daß bei Zuschaltung des Markengebers keine Formveränderung der Kurve eintritt. Die Zuschaltung des Markengebers selbst erfolgt wie bei der Darstellung der Hf-Durchlaßkurve (4.633, Ziffer 8). Es können Hf- oder Nf-Marken verwendet werden.

Man stimmt den Markengeber zunächst auf den Zf-Tonträger ab (33,4 MHz). Die Marke muß dann auf der Tontreppe in der Nähe der aufsteigenden Flanke liegen. Gegebenenfalls Ausgangsspannung des Markengebers etwas erhöhen, damit die Marke gut erkennbar wird. Nun schaltet man den 5,5-MHz-Quarz hinzu. Dann muß die zweite Marke auf halber Höhe der anderen Flanke der Durchlaßkurve (Nyquistflanke) erscheinen.

Will man sich einen genauen Überblick über die Frequenzlage und „Saugwirkung" der Fallen verschaffen, so ist die nachstehend beschriebene statische Kontrolle durchzuführen.

4.653 Nachstimmen des Zf-Verstärkers

Hier sind wiederum nach Möglichkeit die Richtlinien der einzelnen Gerätehersteller zu befolgen; es gibt bei der Vielfalt der Filteranordnungen im Zf-Verstärker kein allgemeingültiges Abgleichschema.

Beim Studium der Fabrikunterlagen orientiere man sich vor allem über die Positionen und Lage der Abgleichsorgane (siehe Bild 4.62–19/20). Dabei ist u. a. zu klären, ob an einem Filter der obere oder der untere Spulenkern in Betracht kommt. Ferner müssen wir die Einstellungen auf Maximum (Filter) und auf Minimum (Fallen) beachten. Auch sollten wir bedenken, daß beim Hineindrehen des Kernes in die Spule von zwei aufeinanderfolgenden Resonanzpunkten immer der erste richtig ist. Beim Erreichen des zweiten Punktes ist mit einer Veränderung der Kopplung zu rechnen, wodurch sich z. B. bei Bandfiltern die Bandbreite vergrößern kann. Daß die Gewindekerne gängig sein müssen, wurde schon gesagt. Der Arbeitsfluß darf durch solche unliebsamen Störungen nicht behindert sein.

Vor dem Nachstimmen eines Zwischenfrequenzverstärkers sollte der Servicetechniker zuerst die Frequenzlage der Fallen kontrollieren. Man vermeidet dann unnötige Schwierigkeiten bei der Korrektur der gesamten Zf-Kurve. Die Kontrolle und der Abgleich der Fallen erfolgen der Genauigkeit halber stets nach der statischen Methode. Hierbei ist ein mit 1 000 Hz modulierter Meßsender (Markengeber) zu verwenden, dessen Ausgangsspannung über einen geeichten Teiler dem Meßpunkt des Tuners zugeführt wird. Von dem bequemen Einschleusen der Hf-Spannung über eine Auf-

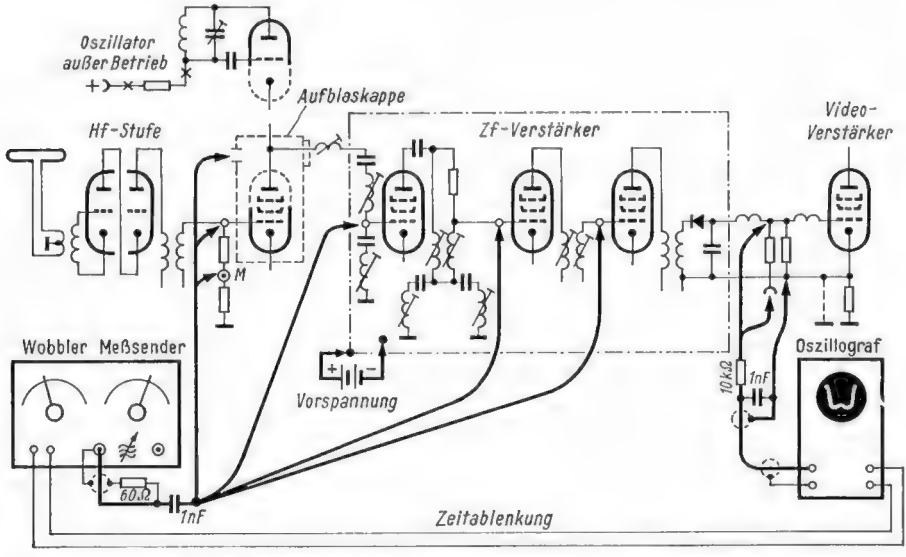


Bild 4.65–8 Meßschema für den Abgleich eines röhrenbestückten Zf-Verstärkers mit Bandfilterkopplung

blaskappe bei röhrenbestückten Tunern muß deshalb abgesehen werden, weil die Ankopplung zu lose, der Energieverlust also zu groß wäre und gerade die Fallen durch ihre beträchtlichen Unterdrückungswerte eine höhere als sonst übliche Spannung bedingen.

Für die Anzeige der Spannungswerte am Ausgang des Zf-Verstärkers (Meßpunkt hinter dem Videogleichrichter) dient weiterhin der Oszillograf, nur daß wir jetzt die Amplitudenhöhe der auf seinem Schirm erscheinenden Nf-Schwingungen registrieren. Die Frequenz, bei der die Amplitude am kleinsten wird, ist dann die Resonanzfrequenz der Falle.

Bei dem nachfolgenden Abgleich der Zf-Filter gehen wir nun wieder nach der dynamischen Methode vor. Das Meßschema ist allerdings nicht immer das gleiche wie bei der Aufnahme der Zf-Kurve (siehe 4.652 und Bild 4.65–7). So wird man bei bandfiltergekoppelten Zf-Verstärkern in manchen Fällen zwar den Oszillografenanschluß belassen, aber den Wobbleranschluß stufenweise an den Eingang der letzten Zf-Stufe (Diodenfilter), an den Eingang der vorletzten Zf-Stufe ... und schließlich an den Meßpunkt der Mischstufe legen. **Bild 4.65–8** zeigt das entsprechende Meßschema bei einem röhrenbestückten Zf-Verstärker.

Die Anschlußpunkte der Meßgeräte, die Reihenfolge des Abgleichs, die Sollfrequenzen der Kreise und eventuell die Teilkurven sind in den Abgleichanweisungen der Fabriken oft in Tabellenform angegeben.

Wenn über das zu untersuchende Gerät keine Fabrikanweisung zur Verfügung steht, wird der geübte Servicetechniker die Zf-Kurve nach allgemeinen Erfahrungsgrundsätzen, d. h. nach 4.652, dynamisch aufnehmen und im Falle der Verstimmung die verschiedene, damit verknüpfte Frequenzlage der einzelnen Kreise mit Hilfe des Markengebers experimentell bestimmen. Das ist allerdings nur dann zu empfehlen, wenn die aufgenommene Zf-Durchlaßkurve nicht allzustark von der Sollkurve abweicht.

Wir gehen dann in der Weise vor, daß wir bei den in Frage kommenden Zf-Filtern, einschließlich Fallen, die Abgleichkerne in

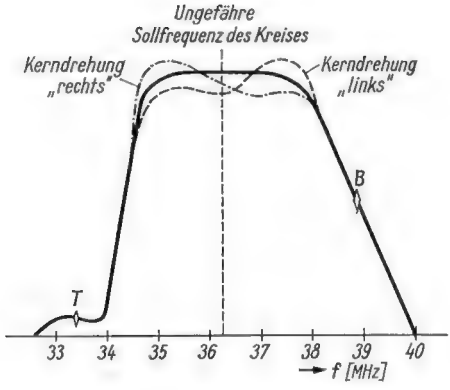


Bild 4.65–9 Dieser Kreis bestimmt die Linearität am Scheitel der Zf-Kurve

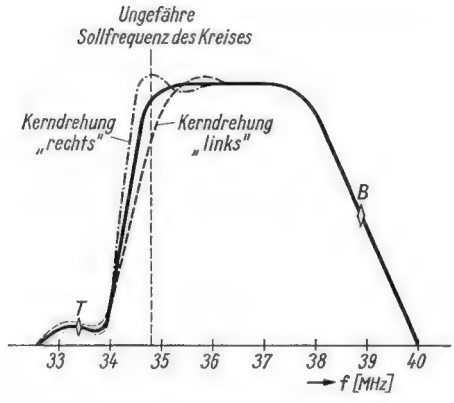


Bild 4.65–10 Dieser Kreis bestimmt die Steilheit der Tonflanke, die Bandbreite und die Tontreppenhöhe

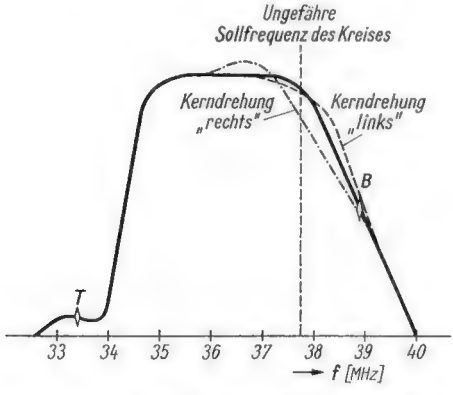


Bild 4.65–11 Dieser Kreis bestimmt die Steilheit der Bildträgerflanke und die Lage des Bildträgers

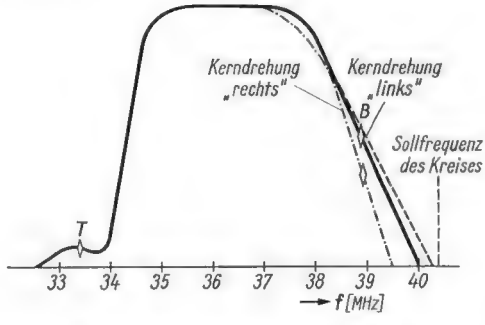


Bild 4.65–12 Dieser Kreis (Falle für Nachbar-Tonträger) bestimmt die Unterdrückung des Nachbar-Tonträgers (NT) auf 40,4 MHz

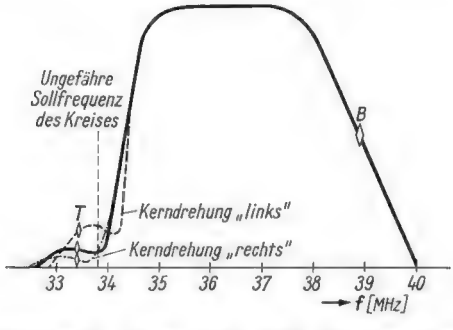


Bild 4.65–13 Dieser Kreis (Falle für Eigen-Tonträger) bestimmt die Höhe der Tontreppe und die Steilheit der Tonflanke

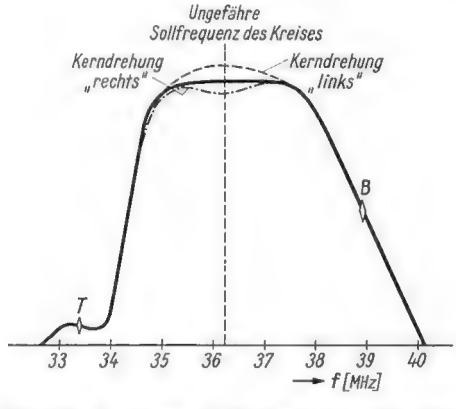


Bild 4.65–14 Dieser Kreis bestimmt den Scheitelverlauf der Zf-Kurve (nur bei Zf-Verstärkern mit Bandfiltern möglich)

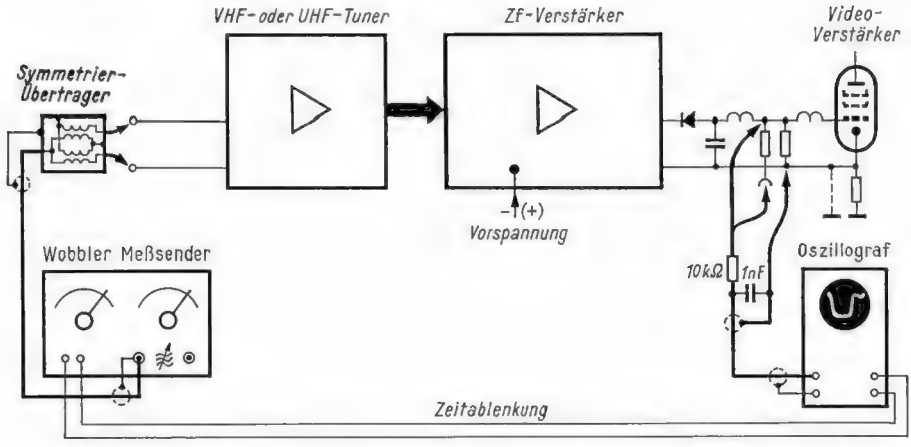


Bild 4.65–15 Meßschema für die Darstellung der Hf/Zf-Gesamtkurve

beliebiger Reihenfolge – aber nacheinander jeweils um einen kleinen Winkelgrad nach links, anschließend nach rechts und zuletzt in die Ausgangslage drehen. Dabei wird man die Veränderungen der Kurve auf dem Oszillografenschirm genau verfolgen und zum besseren Vergleich abzeichnen.

Bei der Gegenüberstellung dieser Einzeldarstellungen ist nun leicht die ungefähre Resonanzfrequenz der möglicherweise verstimmten Filterkreise zu bestimmen. Sie liegt dort, wo sich die Durchlaßkurve beim Links- bzw. Rechtsdrehen des jeweiligen Spulenkernes am stärksten verändert. Dieser Hinweis ist wichtig, um nicht versehentlich den Kreisen „falsche" Resonanzfrequenzen zuzuordnen.

Die **Bilder 4.65–9 ... 14** zeigen Beispiele der experimentell ermittelten Resonanzfrequenzen einzelner Zf-Filter. Wir sehen – jeweils stark ausgezogen – den Sollverlauf der Zf-Kurve und in den gestrichelten Darstellungen die Abweichungen von der Sollkurve einmal bei Linksdrehung und ein andermal bei Rechtsdrehung des Abgleichkernes. Linksdrehung bedeutet Verkleinerung der Induktivität, also Verschieben des Resonanzpunktes zur höheren Frequenz hin. Rechtsdrehung bewirkt Vergrößerung der Induktivität und daher Verschieben des Resonanzpunktes zur niedrigeren Frequenz hin. In der Praxis wird nun die eine oder die andere deformierte Kurve als Bezug in Frage kommen. Im ganzen ist der Vorgang leichter durchzuführen, als er sich hier beschreiben läßt.

Nachdem nun bekannt ist, wo die einzelnen Zf-Kreise liegen und welche Resonanzfrequenzen sie aufweisen, läßt sich auch eine Korrektur der Zf-Kurve vornehmen. Zunächst wird der Kreis nachgeglichen, dessen Resonanzfrequenz in der Nähe des fehlerhaften Amplitudenganges liegt. Reicht diese Korrektur nicht aus, so sind frequenzbenachbarte Kreise ebenfalls zu berücksichtigen.

Hat man die Normkurve erreicht, so ist es noch zweckmäßig, die Sperrtiefe der Fallen zu kontrollieren. Hierzu wird die Abstimmung des Meßsenders über den ganzen Durchlaßbereich des Zf-Verstärkers variiert und jeweils am Meßsender die Spannung bestimmt, die erforderlich ist, um die Amplitudenhöhe der oszillografierten Schwingung konstant zu halten.

Statt des Oszillografen kann man als Indikator auch einen hochohmigen Spannungsmesser (30 kΩ/V) verwenden; in diesem Falle wird der Meßsender unmoduliert betrieben. Seine Ausgangsspannung wird beim Verstellen der Frequenz so verändert, daß der Ausschlag des Spannungsmessers konstant bleibt (etwa 1 ... 2 V).

Wir können auf diese Weise die jeweiligen Ausgangsspannungswerte des Meßsenders in Abhängigkeit von der Frequenz – wie Bild 4.65–5 erkennen läßt – auf einem Zeichenbogen mit linear-logarithmischer Teilung auftragen. Die Verbindung der Punkte untereinander stellt dann die statisch ermittelte Zf-Durchlaßkurve dar. Beim üblichen Service verzichtet man auf diese Kontrolle.

4.654 Aufnahme der Hf/Zf-Gesamtkurve

Nachdem die Darstellung der Durchlaßkurven von den Hf-Stufen des VHF- und des UHF-Tuners sowie von dem Zf-Verstärker beschrieben worden ist, sei hier noch eine Methode für die Aufnahme der sogenannten *Überalles-Kurve* angeführt **(Bild 4.65–15).** Sie bringt uns mitunter schneller an das Ziel, die Übertragungseigenschaften des Fernsehempfängers zu beurteilen. Vielfach wird sie auch nach dem Einzelabgleich der Tuner und des Zf-Verstärkers zur Abschlußkontrolle aufgenommen, wobei gleichzeitig – wenn vorhanden – die Wirkung der Oszillator-Feinabstimmung demonstriert werden kann.

1. *Tuner zunächst auf örtlichen Kanal einstellen. Oszillator muß selbstverständlich in Betrieb bleiben.*
2. *Auf Bedingungen der Vorspannung achten; beim UHF-Tuner entfällt sie (4.623, Ziffer 4).*
3. *Wobbler und Markengeber wie bei der Darstellung der Hf-Durchlaßkurve (4.633) an den Antennen-Eingang anschließen.*
4. *Oszillograf wie bei der Darstellung der Zf-Durchlaßkurve (4.652, Ziffer 4) mit Meßpunkt hinter dem Videogleichrichter verbinden.*
5. *Meßgeräte – wie schon beschrieben – richtig einstellen.*

   Die Ausgangsspannung des Wobblers muß jetzt beträchtlich verringert werden, da die Verstärkung der Hf-Stufe hinzukommt.

6. *Form- und Frequenzkontrolle der Hf/Zf-Durchlaßkurve* **(Bild 4.65–16).**

   Die Durchlaßkurve muß die Zf-Charakteristik des Empfängers aufweisen. Bild- und

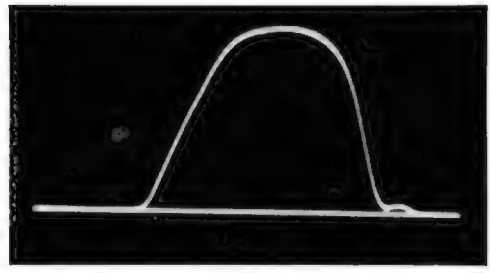


Bild 4.65–16 Hf/Zf-Gesamtkurve, Oszillogramm

Tonträger liegen jedoch gegenüber der reinen Zf-Kurve seitenverkehrt, da die Frequenzwandlung in der Mischstufe des Empfängers ein Vertauschen zwischen hohen und tiefen Frequenzen bewirkt.

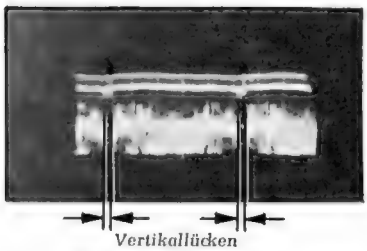
Weicht die Überalles-Kurve stark von der Sollkurve ab, so stelle man versuchsweise einen anderen Kanal ein (Wobbler nachstimmen!). Ist die Kurve jetzt einwandfrei, so liegt die Verstimmung im Hf-Teil und muß dort korrigiert werden.

Hat man beim Tuner festgestellt, daß die Kurve in *allen* Kanälen nicht stimmt, so kann die Ursache sowohl im Zf-Verstärker als auch im Tuner liegen. Es müßte dann der Zf-Verstärker gesondert kontrolliert werden (siehe Abschnitt 4.652).

4.66 Tonkanal

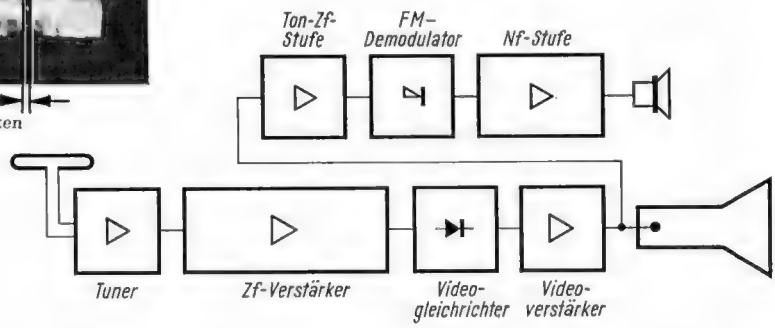
4.661 Vorbemerkungen

Mit Ausnahme einiger Spezialausführungen arbeiten alle Fernsehgeräte nach dem *Intercarrierprinzip* (Zwischen- oder Differenzträger-Verfahren), wobei der Bild-Zf-Träger von 38,9 MHz und der (bei der CCIR-Norm) um 5,5 MHz tiefer liegende sowie um 20 dB abgesenkte Ton-Zf-Träger von 33,4 MHz, einschließlich der zu beiden Trägern gehörenden Seitenbänder, zusammen bis zur Demodulation des Bild-Zf-Trägers verstärkt werden. Beim Demodulationsvorgang im Videogleichrichter bildet sich neben dem Videosignal u. a. die Summen- und die Differenzfrequenz der beiden Träger. Der neue, für unsere Zwecke aus der Differenzfrequenz gebildete Tonträger von 5,5 MHz ist nicht



Oben: Bild 4.66–1 Amplitudenmodulation durch Vertikallücke

Unten: Bild 4.66–2 Ton-Zf-Auskopplung hinter dem Videoverstärker, einstufiger Ton-Zf-Verstärker (nur für Schwarzweißempfänger)



nur – wie der Ton-Zf-Träger von 33,4 MHz – frequenzmoduliert, sondern enthält noch AM-Anteile, die vom Demodulationsvorgang herrühren. Hierbei können vor allem die von der Vertikallücke herrührenden AM-Anteile sich störend auswirken, indem sie sich im Lautsprecher als starkes Knattern (Intercarrierbrummen, 50 Hz und Harmonische) bemerkbar machen, wenn nicht der Ton-Zf-Verstärker und auch der FM-Demodulator besonders gute Begrenzerwirkungen aufweisen (siehe **Bild 4.66–1**).

Der neue Tonträger läßt sich nun mit verhältnismäßig wenig Aufwand bis zur Tondemodulation verstärken und begrenzen. Es ergibt sich ein Tonkanal, bestehend aus einem Ton-Zf-Verstärker für 5,5 MHz mit Begrenzereigenschaften, einem FM-Demodulator (zum Beispiel Ratiodetektor oder Phasendiskriminator) und einem Nf-Verstärker mit Lautsprecher. Bei den neueren Empfängern wird der Verstärker einschließlich Demodulator durch eine integrierte Schaltung ersetzt.

Bei vielen älteren Geräten oder solchen in einfacherer Ausführung gelangt die 5,5-MHz-Komponente erst über den Videoverstärker in den Tonkanal. Sie erfährt also darin ihre erste Verstärkung und wird dann über einen kleinen Kondensator und ein 5,5-MHz-Filter der eigentlichen Ton-Zf-Stufe (Röhre oder Transistor) zugeführt **(Bild 4.66–2).**

Bei modernen Empfängern erfolgt aus Gründen einer besseren Störbefreiung des Bild- und Tonsignals die Auskopplung der 5,5-MHz-Komponente bereits am Videogleichrichter **(Bild 4.66–3).** Allerdings muß dann die fehlende Verstärkung der Videostufe durch eine zusätzliche Ton-Zf-Stufe ausgeglichen werden.

In beiden Fällen der „Tonaussiebung" ist aber dafür zu sorgen, daß die 5,5-MHz-Komponente nicht an die Bildröhre gelangt. Aus diesem Grunde liegt im Videoverstärker hinter der Auskopplung des Tonträgers ein Sperrkreis, der immer exakt auf 5,5 MHz eingestellt sein muß. Ein Fehlabgleich dieser Sperre wird auf dem Bildschirm ein feines Moiré hervorrufen **(Bild 4.66–4).**

Für die FM-Demodulation im Intercarrier-Empfänger benutzt man bei einem großen Teil der Empfänger den Ratiodetektor (engl. *ratio-detector* = Verhältnisgleichrichter), dessen äußere Kennzeichen das Ratio-(Umwandler-)Filter und zwei Dioden sind, die als Gleichrichter mit ihren Ableitwiderständen eine Brückenschaltung bilden. Meist werden Germaniumgleichrichter (OA 79, OA 81, OA 172, AA 111, AA 113, AA 119 verwendet, früher auch Duodioden (EAA 91) oder Verbundröhren, wie etwa die PABC 80, in denen dann gleich die Nf-Vorverstärkung erfolgt. Um Bildstörungen durch Oberwellen des Ton-Zf-Trägers zu vermeiden, ist das

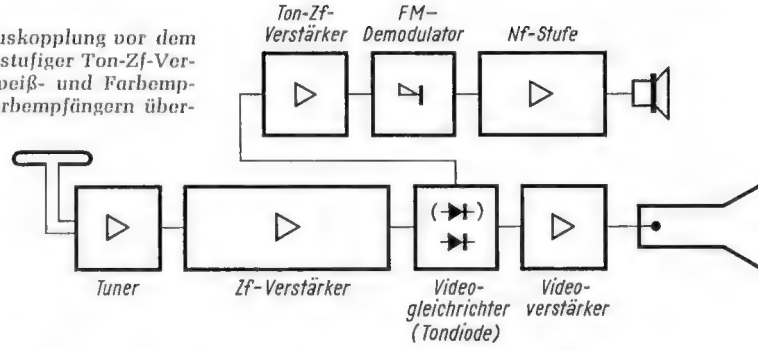


Bild 4.66–3 Ton-Zf-Auskopplung vor dem Videoverstärker, zweistufiger Ton-Zf-Verstärker (für Schwarzweiß- und Farbempfänger möglich, bei Farbempfängern überwiegend mit Zwei-Dioden-Demodulation: Videogleichrichter und Tondiode)

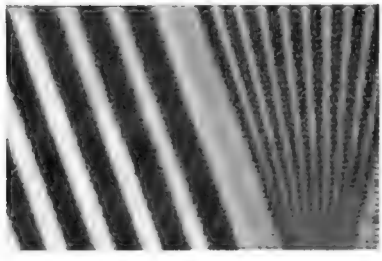


Bild 4.66–4 Feines Moiré durch Fehlabgleich der 5,5-MHz-Sperre

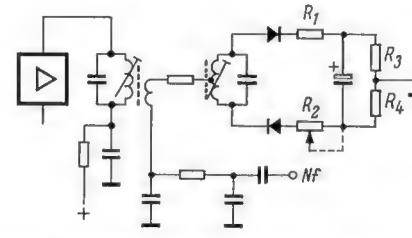


Bild 4.66–5 Prinzipschaltung eines symmetrischen Ratiodetektors

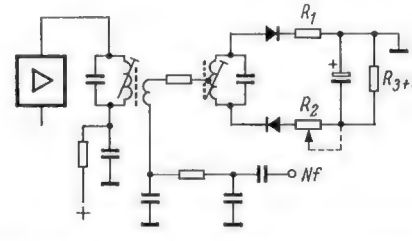


Bild 4.66–6 Prinzipschaltung eines asymmetrischen Ratiodetektors

Ratiofilter mit sämtlichen Bauteilen in einem Abschirmkästchen untergebracht.

Die Arbeitsweise des Ratiodetektors ist aus der FM-Technik der Ton-Rundfunkempfänger bekannt. Wir finden, abgesehen von anderen Dimensionierungen, auch beim Fernsehgerät zwei typische Grundschaltungen vor, den *symmetrischen* und den *asymmetrischen Ratiodetektor*. Beide Schaltungen sind elektrisch völlig gleichwertig. Vergleichen wir **Bild 4.66–5** mit **Bild 4.66–6**, so ist leicht zu erkennen, daß sich bei der asymmetrischen Anordnung der Masseanschluß nicht in der Mitte zwischen den parallel zum Elektrolytkondensator liegenden Richtwiderständen (R_3 und R_4) befindet, sondern an einem der Pole des Elektrolytkondensators. Man braucht dann nur noch einen Richtwiderstand ($R_3 + R_4$).

Die Längswiderstände R_1 und R_2, entsprechend bemessen, bewirken eine Kompensation der bei Germaniumdioden in Abhängigkeit von der Spannung auftretenden dynamischen Kapazitätsänderungen und damit eine bessere AM-Unterdrückung.

Häufig ist einer der Widerstände einstellbar (in den Bildern gestrichelt angedeutet), so daß sich stets die optimale AM-Unterdrückung einstellen läßt. Dieser Vorgang erfolgt sowohl fabrikseitig als auch später im Service zusammen mit dem Abgleich des Ratiodetektors.

Das Herausfinden der Grundschaltungen aus den Industrieschaltbildern ist durch die

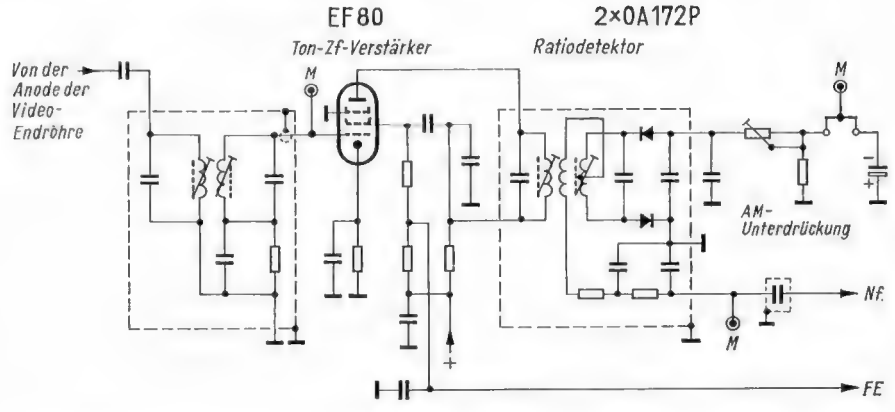


Bild 4.66–7 Einstufiger Ton-Zf-Verstärker mit Röhrenbestückung und Ratiodetektor

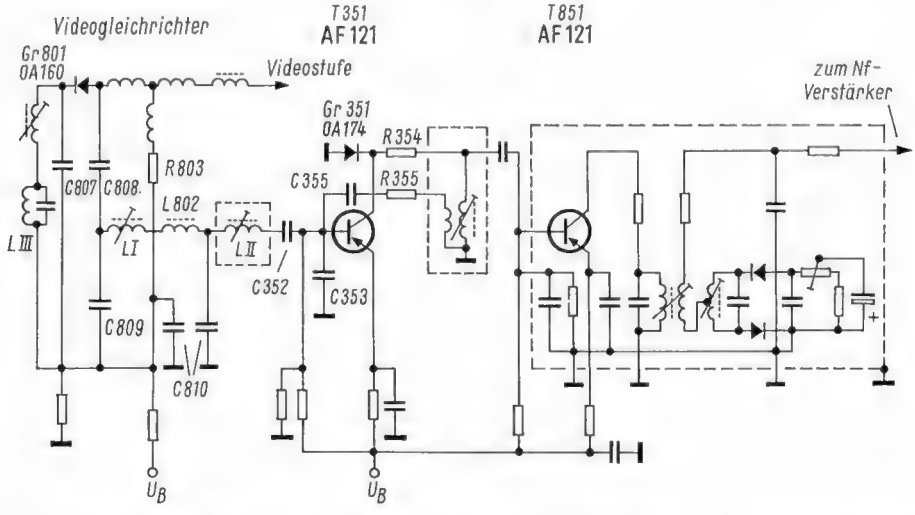


Bild 4.66–8 Zweistufiger Ton-Zf-Verstärker mit Transistorbestückung und Ratiodetektor

verschiedenartige Darstellung, insbesondere bei den Masseanschlüssen, oft etwas erschwert. Hinzu kommt für den Betrachter der Umstand, daß einzelne Hersteller aus bestimmten Gründen noch weitere Bauelemente verwenden als in den Bildern 4.66–5 und –6 angegeben. Hat man aber einige Erfahrungen, so kann man sich doch zumindest jenen Überblick verschaffen, der für die Kontrolle und richtige Durchführung des Abgleichs erforderlich ist.

Beispiele von Industrieschaltungen zeigen die **Bilder 4.66–7** und **–8.**

Bei der erstgenannten handelt es sich um eine ältere Standardschaltung, bei der das Ton-Zf-Signal zunächst in der Video-Endstufe vorverstärkt, in einer folgenden Röhrenstufe (EF 80) nochmals verstärkt sowie begrenzt und in dem nachfolgenden Ratiodetektor mit zwei Germaniumdioden OA 172 P demoduliert wird. P ist die Zusatzbezeichnung für paarweise ausgesuchte Dioden.

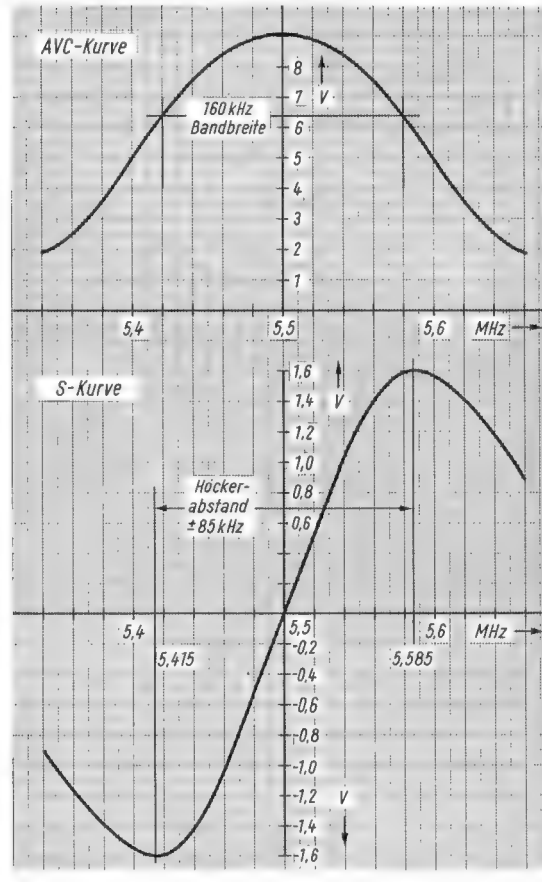


Bild 4.66–9
AVC- und Diskriminator-(S-)Kurve (Sollverlauf)

In der Schaltung nach Bild 4.66–8, die mit einigen kleineren Abwandlungen gleichfalls viel vertreten ist, gelangt das Ton-Zf-Signal von der Diode GR 801 (OA 160) über C 808 zunächst auf ein durch C 810 fußpunktgekoppeltes Bandfilter, bestehend aus C 809, L I, L 802 im Primärkreis sowie aus L II, C 352 und C 353 im Sekundärkreis. Dabei wirken C 352 und C 353 zugleich als Spannungsteiler zur Anpassung des Bandfilters an den Eingangswiderstand des Transistors T 351 (AF 121). Dieser arbeitet in Emitterschaltung und ist neutralisiert mit C 355 und R 355. Die am Kollektor liegende Kombination von Widerstand R 354 und Diode Gr 351 dient zur Störbegrenzung des Ton-Zf-Signals, und zwar wird an dem Widerstand R 354 durch den Kollektorstrom eine Vorspannung von ca. 0,5 V für die Diode erzeugt, die damit gesperrt ist. Bei Ton-Zf-Signalen oder Störimpulsen, deren Spannungsspitze über dem Nennwert der angelegten Sperrspannung liegt, wird die Diode leitend; sie dient dann als Amplitudenbegrenzer. In der folgenden Stufe mit T 851 (AF 121) wird das Ton-Zf-Signal nochmals verstärkt, begrenzt und schließlich in bekannter Weise im Ratiodetektor demoduliert.

Abgleicharbeiten im Tonkanal, d. h. am Ton-Zf-Verstärker und Ratiodetektor sowie an der Sperre für die Unterdrückung des Differenzträgers im Videoteil, sollten gleichfalls nur vorgenommen werden, wenn man

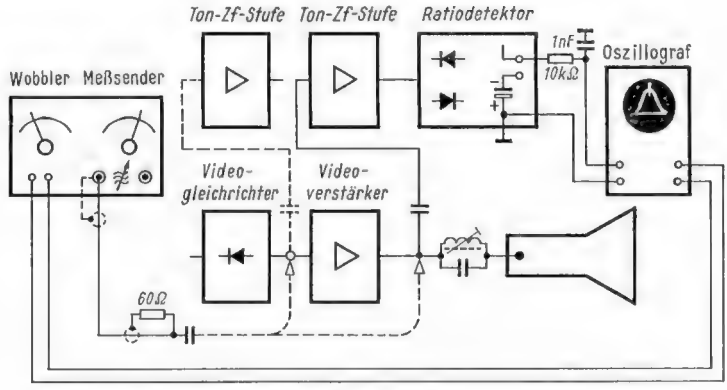


Bild 4.66–10 Dynamische Kontrolle der Ton-Zf-Durchlaßkurve

sicher ist, daß keine andere Fehlerquelle vorliegt. Man kontrolliere zunächst den Verlauf der Durchlaßkurve des Ton-Zf-Verstärkers, auch AVC-Kurve genannt (AVC = automatic volume control). Die Darstellung der Diskriminatorkurve (sogenannte S-Kurve) ist nur beim Abgleich wichtig. Das **Bild 4.66–9** zeigt ein Beispiel beider Kurven (Sollverlauf).

4.662 Aufnahme der Durchlaßkurve/AVC-Kurve **(Bild 4.66–10)**

1. *Wobbler, abgestimmt auf 5,5 MHz (Hub etwa ± 500 kHz), sowie Markengeber (genau 5,5 MHz, quarzkontrolliert oder von vornherein mit Quarzoszillator) über abgeschlossenes Kabel und einen Kondensator mit dem Eingang des Ton-Zf-Verstärkers (ggf. Meßpunkt) verbinden.*

Sollte eine besondere Diode für den Tonkanal vorhanden sein, so wird der Anschluß hinter dieser Diode über eine kleine Kapazität von 1 . . . 10 pF vorgenommen.

2. *Einen der beiden Pole des Ladekondensators vom Ratiodetektor abtrennen und gemäß Bild 4.66–10 den Oszillografeneingang über ein RC-Glied anschließen.*

Der Ladekondensator würde für die durch das Wobbeln bedingten Änderungen der Summenrichtspannung (AVC-Spannung) einen Kurzschluß ergeben. Im Normalbetrieb ist er zum Erzielen der Begrenzung notwendig.

3. *Ausgangsspannung des Wobblers so einstellen, daß eine gut sichtbare AVC-Kurve erscheint.*

Es darf, besonders im Zusammenhang mit dem Markengeber, keine Übersteuerung eintreten.

4. *Dargestellte Kurve mit der im Bild 4.66–9 aufgezeichneten vergleichen.*

Die Schwebungsmarke muß genau im Scheitelpunkt (Höcker) der Kurve liegen.

Die Messung der Bandbreite erfolgt am besten so: Die Y-Verstärkung des Oszillografen wird derart eingestellt, daß die Kurvenhöhe auf dem Sichtschirm zum Beispiel 5 cm beträgt. Nun wird mit dem variablen Markengeber der „Pip" soweit auf der Kurve verschoben, daß er sich in 3,5 cm Höhe befindet. Dann ist unter der Voraussetzung einer symmetrischen Kurvenform die Bandbreite gleich dem doppelten Abstand der Markenfrequenz von der Mittenfrequenz.

Die Bandbreite sollte nicht kleiner sein als zweimal maximaler Frequenzhub (≈ 2 x 50 kHz) + viermal maximale Modulationsfrequenz (≈ 4 x 15 kHz = 60 kHz), das sind insgesamt 160 kHz.

4.663 Grundsätzliches über den Abgleich im Tonkanal

Hierbei wendet man aus Genauigkeitsgründen vorwiegend die aus der Rundfunkpraxis bekannte statische Methode an. Aber

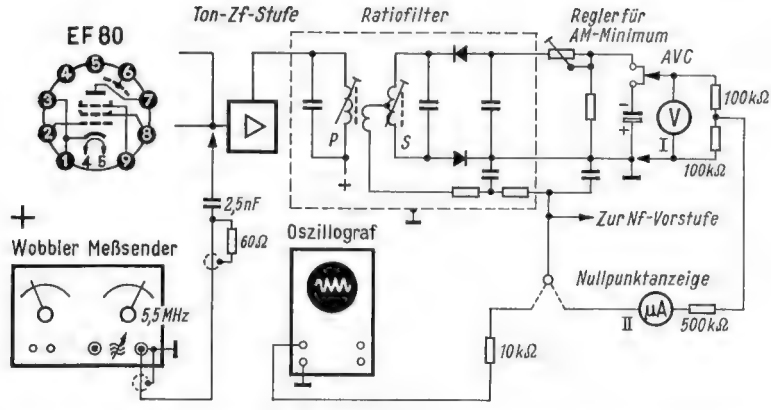


Bild 4.66–11 Meßschema für den statischen Abgleich eines asymmetrischen Ratiodetektors

noch ein anderer Grund spricht dafür. Bedingt durch die Durchlaufgeschwindigkeit der üblichen Wobbeleinrichtungen könnte nämlich durchaus der Fall eintreten, daß bei einer symmetrischen AVC-Kurve die Eichmarke nicht in der Mitte des geradlinigen Teils der S-Kurve liegt. Dies ist dann nicht auf einen Fehlabgleich des Ton-Zf-Verstärkers, sondern auf die besonderen Eigenschaften des FM-Demodulators zurückzuführen. Die dynamische Aufzeichnung der Durchlaßkurven mit Wobbler und Oszillograf soll nur zur grundsätzlichen Funktionskontrolle des Tonkanals dienen.

Der Abgleich ist zunächst am Ratiodetektor, dann am Ton-Zf-Verstärker durchzuführen. Wenn mehrere Verstärkerstufen vorhanden sind, wird erst die letzte, dann die vorletzte usw. abgeglichen. In den Maximum-Abgleich der ersten Verstärkerstufe müssen wir auch die Minimum-Einstellung der 5,5-MHz-Sperre einbeziehen, vorausgesetzt, daß unmittelbar auf den Auskoppelpunkt (in Richtung Bildröhre) der Tonzwischenfrequenz die 5,5-MHz-Sperre folgt. Hierbei ist, wie bei jedem Spulenabgleich, das erste Maximum bzw. Minimum bei Rechtsdrehung des Kernes der Sollwert.

Sollte über das zu prüfende Gerät keine Abgleichanweisung der Fabrik vorliegen, so können die im folgenden Abschnitt gegebenen Hinweise zum Abgleich eines Ton-Zf-Verstärkers mit asymmetrischem Ratiodetektor eine Hilfe bedeuten.

Wir benutzen dann wie beim Hf- und Zf-Abgleich:
den *Wobbler* mit Markengeber (+ 5,5-MHz-Quarz!),
den *Oszillograf* und zusätzlich
als Meßinstrument I ein elektronisches *Voltmeter* bzw. einen hochohmigen Spannungsmesser (Ri $\geq$ 20 kΩ/V, Meßbereich 25 V),
als Meßinstrument II einen Spannungsmesser 10 V möglichst mit Polumschaltung.

4.664 Statischer Abgleich und dynamische Kontrolle eines Ton-Zf-Verstärkers mit asymmetrischem Ratiodetektor

Abgleich des Ratiodetektors **(Bild 4.66–11)**

1. *Empfänger auf senderfreien Kanal abstimmen.*
2. *Kontraststeller auf Maximum einstellen (nicht in jedem Fall nötig).*
3. *Hochohmiges Meßinstrument I mit Meßbereich 25 V parallel zum Lade-Elektrolytkondensator des Ratiodetektors legen.*
4. *Zur Symmetrierung des asymmetrischen Ratiodetektors parallel zum Lade-Elektrolytkondensator zwei engtolerierte (5 %) Widerstände von je 100 kΩ in Reihe legen.*

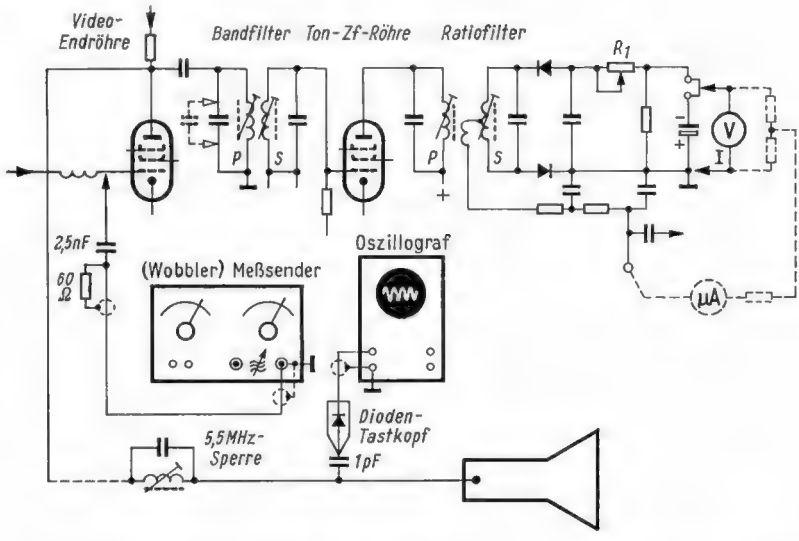


Bild 4.66–12 Meßschema für den Abgleich eines einstufigen Ton-Zf-Verstärkers

5. *Meßinstrument II von Mitte beider Widerstände über 500 kΩ an den Nf-Ausgang des Ratiodetektors schalten.*
6. *Meßsender unmoduliert auf 5,5 MHz (Quarzkontrolle) einstellen, über abgeschlossenes Kabel und einen Trennkondensator von etwa 2,5 nF an den Eingang der letzten Ton-Zf-Stufe anschließen.*

Ausgangsspannung des Meßsenders so einstellen, daß die Verstärkerstufe unterhalb der Begrenzung arbeitet.

7. *Kern der Sekundärspule des Ratiofilters herausdrehen.*
8. *Kern der Primärspule so einstellen, daß Meßinstrument I ein Maximum anzeigt.*

Dabei Ausgangsspannung des Meßsenders jeweils so nachstellen, daß der AVC-Spannungswert konstant bleibt.

9. *Kern in die Sekundärspule wieder hineindrehen, bis Meßinstrument II (Ziffer 5) exakt den Nulldurchgang bei 5,5 MHz anzeigt.*
10. *Abgleich der Primär- und der Sekundärspule wechselseitig wiederholen, bis keine Differenzen in den Meßwerten beider Instrumente mehr bestehen.*

Zusätzliche Abgleicharbeiten bei Ratiodetektoren mit einstellbarer AM-Unterdrükkung:

Oszillografen-Eingang über Trennwiderstand von 10 kΩ mit Nf-Ausgang des Ratiodetektors und Masse verbinden.

Meßsender 5,5 MHz auf AM (800...1000 Hz) einstellen und Nf-Amplitude auf dem Oszillografenschirm beobachten.

Abgleichwiderstand so einstellen, daß der Oszillograf die kleinste Nf-Amplitude, also die größte AM-Unterdrückung, anzeigt.

Ratio-Abgleich wie unter Ziffer 9 und 10 kontrollieren, da eine Veränderung des Abgleichwiderstandes eine Verstimmung des Sekundärkreises zur Folge haben kann.

Abgleich der 5,5-MHz-Sperre und eines einstufigen Ton-Zf-Röhrenverstärkers **(Bild 4.66–12).**

11a. *Meßsender auf AM (800 . . . 1000 Hz) einstellen, über abgeschlossenes Kabel und einen Trennkondensator (2,5 nF) an das Steuergitter der Video-Endröhre anschließen.*
12a. *Oszillograf über Hf-Tastkopf (Diodentastkopf) und Kondensator von 1 pF an die Katode der Bildröhre schalten.*

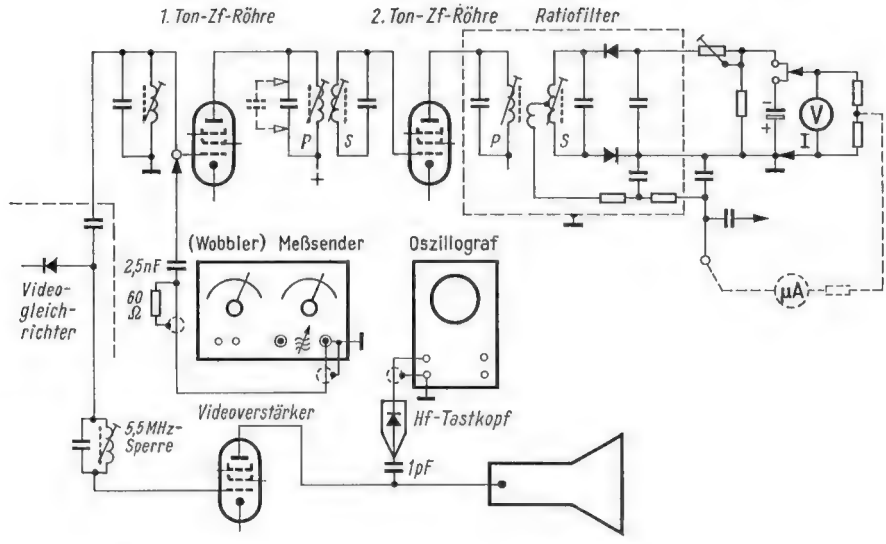


Bild 4.66–13 Meßschema für den Abgleich eines zweistufigen Ton-Zf-Verstärkers

13a. *Abgleichkern der 5,5-MHz-Sperre so einstellen, daß Oszillograf kleinste Nf-Amplitude anzeigt.*

14a. *Modulation des Meßsenders abschalten.*

15a. *Ton-Zf-Verstärker wie folgt abgleichen:*

Bei Schaltungen, in denen die Ton-Zf-Auskopplung vom Videoverstärker mit Einzelkreis erfolgt, diesen auf maximale AVC-Spannung (Meßinstrument I) einstellen. Meßsender wieder so nachstellen, daß die AVC-Spannung konstant bleibt.

Bei Schaltungen, in denen die Ton-Zf-Auskopplung vom Videoverstärker mit Bandfilter erfolgt (Bild 4.66–12), Sekundärspule durch Herausdrehen des Abgleichkernes verstimmen. Primärspule wie einen Einzelkreis abgleichen. Dann parallel zum Primärkreis einen Kondensator von etwa 50 pF schalten und Sekundärkreis unter gleichen Bedingungen abgleichen. Kondensator vom Primärkreis entfernen.

Abgleich der 5,5-MHz-Sperre und eines 2stufigen Ton-Zf-Verstärkers **(Bild 4.66–13).**

11b. *Meßsender unmoduliert auf 5,5 MHz (Quarzkontrolle) einstellen und über abgeschlossenes Kabel sowie einen Trennkondensator (2,5 nF) an den Eingang der ersten Ton-Zf-Stufe anschließen.*

12b. *Bandfilter zwischen erster und zweiter Ton-Zf-Stufe wie folgt abgleichen:*

Sekundärkreis durch Herausdrehen des Abgleichkernes verstimmen.

Primärkreis auf maximale AVC-Spannung (Meßinstrument I) einstellen.

Meßsender wieder so nachstellen, daß diese Spannung konstant bleibt.

Parallel zum Primärkreis einen Kondensator von etwa 50 pF schalten und Sekundärkreis unter gleichen Bedingungen abgleichen.

Kondensator vom Primärkreis entfernen.

13b. *Meßsender auf AM (800 ... 1000 Hz) einstellen.*

14b. *Oszillograf über Hf-Tastkopf (Diodentastkopf) und einen Kondensator von 1 pF an die Katode der Bildröhre schalten.*

15b. *Abgleichkern der 5,5-MHz-Sperre so einstellen, daß Oszillograf kleinste Nf-Amplitude anzeigt.*

16b. *Modulation des Meßsenders abschalten.*

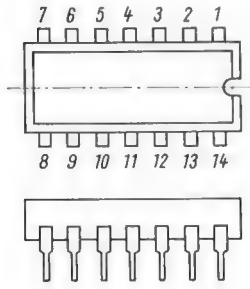
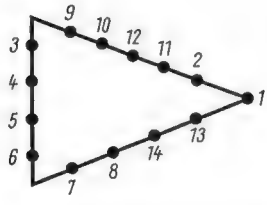


Bild 4.66–14 Bauform und Anschlußschema der integrierten Schaltung



Anschlußschema

17b. *Ton-Zf-Auskopplungsfilter wie folgt abgleichen:*

Bei Schaltungen, in denen die Ton-Zf-Auskopplung vom Videogleichrichter mit Einzelkreis erfolgt (Bild 4.66–13), Kopplungskondensator vom Videogleichrichter lösen und mit Meßsenderausgang verbinden. Den Einzelkreis auf maximale AVC-Spannung (Meßinstrument I) einstellen. Meßsender wieder so nachstellen, daß die AVC-Spannung konstant bleibt.

Bei Schaltungen, in denen die Ton-Zf-Auskopplung vom Videogleichrichter mit Bandfilter erfolgt, Sekundärspule durch Herausdrehen des Abgleichkernes verstimmen. Primärspule wie einen Einzelkreis abgleichen. Dann parallel zum Primärkreis einen Kondensator von etwa 50 pF schalten und Sekundärkreis unter gleichen Bedingungen abgleichen. Kondensator vom Primärkreis entfernen.

Dynamische Kontrolle der Durchlaß-(AVC-)kurve, wie unter 4.662 beschrieben

Bei statischem Abgleich kann die AVC-Kurve der Bandfilter leicht asymmetrisch werden. Ergibt die dynamische Kontrolle Abweichungen von mehr als 10 %, so sollte man eine Korrektur nach der dynamischen Methode vornehmen. Anschließend ist wieder nach der statischen Methode der Nulldurchgang der S-Kurve zur kontrollieren.

4.665 Einige Bemerkungen über integrierte Schaltungen im Tonkanal

Seit 1968/69 werden im Tonkanal auch integrierte Schaltungen **(Bild 4.66–14)** verwendet. Der Kurzausdruck hierfür lautet IS (engl.: IC = Integrated Circuits). Man kann hierbei zusammenfassen

1. den Ton-Zf-Verstärker,
2. den Ton-Zf-Verstärker + FM-Demodulator + Nf-Vorstufe (Spannungs- oder Stromverstärker).

Im Fall 1 vermag man den Ton-Zf-Verstärker mit einem beliebigen, herkömmlichen FM-Demodulator, etwa einem Ratiodetektor oder Phasendiskriminator, kombinieren (Schaltungsbeispiele bei Geräten, Bj. 1968/69 von Grundig und Loewe-Opta).

Für Fall 2 gibt es u. a. Schaltungsbeispiele bei Geräten, Bj. 1969/70, von AEG-Telefunken, Grundig und Loewe-Opta, wovon das Konzept des erstgenannten Herstellers nachfolgend näher beschrieben wird.

Die im Telefunken-Chassis 209 für SW-Geräte und 709 für Farbgeräte eingesetzte IS ist ein monolithisch integrierter Baustein mit 19 Transistoren, 18 Widerständen und 6 Dioden. Als monolithisch bezeichnet man integrierte Halbleiterschaltungen, die auf einem einzigen Kristallplättchen untergebracht sind. Dieses Plättchen besteht beim gegenwärtigen Stand der Technik aus einkristallinem Silizium. Alle zur Schaltung gehörenden aktiven und passiven Schaltungselemente befinden sich in oder auf dem gemeinsamen Kristall. Sie sind durch isoliert aufgebrachte, metallische Leitbahnen untereinander verbunden und nicht einzeln zugänglich. Trotz der Vielzahl seiner Bauelemente ist die Größe des IS nur etwa 20 mm x 6 mm x 2 mm.

Man wird sich nun fragen, wozu man solch einen großen Aufwand an aktiven und passiven Bauelementen benötigt, wenn man doch beim „alten" Ton-Zf-Verstärker mit Ratiodetektor mit wesentlich weniger Bauteilen auskam. Anhand des Schaltungsaus-

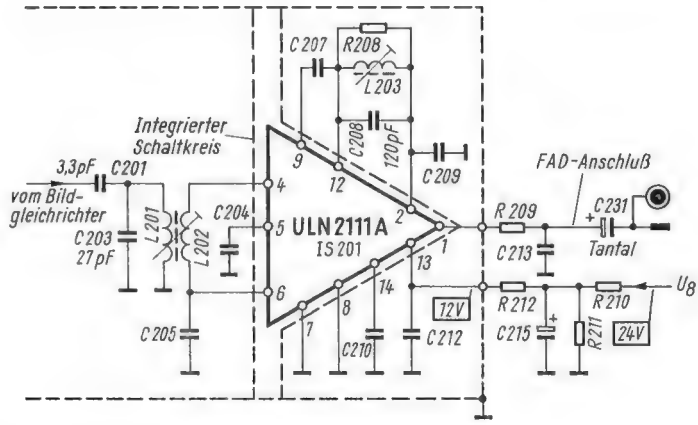
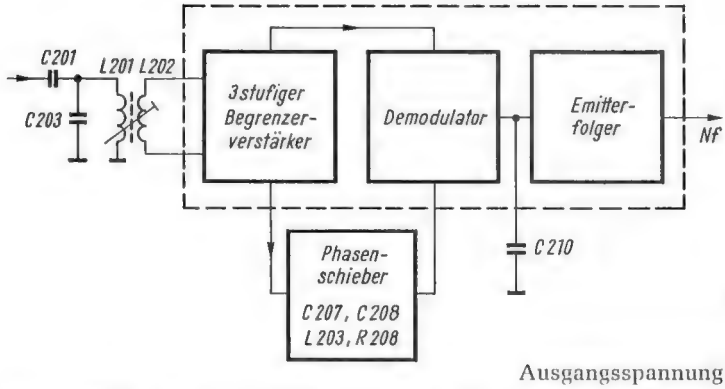
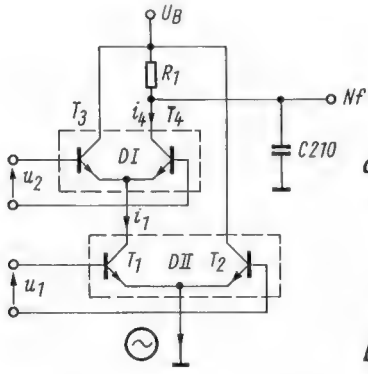


Bild 4.66–15
Stromlaufplan eines Ton-Zf-Verstärkers mit FM-Demodulator unter Verwendung einer integrierten Schaltung

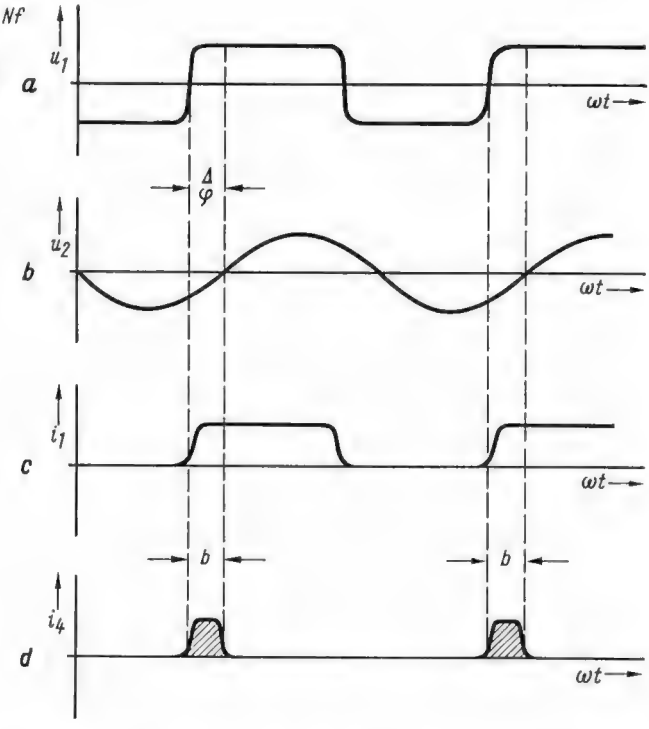


Links: Bild 4.66–16
Blockschema der integrierten Schaltung (innerhalb der gestrichelten Umrandung)

zuges **(Bild 4.66–15)** wollen wir zunächst den Weg verfolgen, den das Intercarriersignal vom Bildgleichrichter aus durchläuft. Es gelangt zunächst über C 201 auf einen Schwingkreis L 201 || C 203, der auf 5,5 MHz abgestimmt ist, und von dort über eine Kopplungswicklung L 202 an den Eingang eines 3stufigen Begrenzerverstärkers, der bereits als Bestandteil des integrierten Schaltkreises (IS 201) im Stromlaufplan nicht mehr näher zu identifizieren ist. Wir halten uns deshalb an das in **Bild 4.66–16** dargestellte Blockschema, in dem die einzelnen Funktionsgruppen des IS gestrichelt umrahmt sind. Durch die hohe Verstärkung des vorgenannten Verstärkers von etwa 60 dB und seine Begrenzerwirkung werden die AM-Anteile des Ton-Zf-Signals unterdrückt. Die Begrenzung setzt schon bei Eingangsspannungen von ungefähr 1 mV ein. Die Ausgangsspannung des Begrenzerverstärkers von nahezu rechteckförmigem Verlauf wird in zwei Kanäle aufgespalten. Das Signal des ersten Kanals speist direkt den einen Eingang eines gesteuerten Demodulators. Das Signal des zweiten Kanals erfährt zunächst eine frequenzabhängige Phasendrehung durch ein Netzwerk, bestehend aus C 207 und einem konventionell aufgebauten, mit R 208 bedämpften LC-Kreis L 203 || C 208, der sich natürlich außerhalb des IS befindet. Das Netzwerk ist auf 5,5 MHz abgestimmt, die Phasendrehung beträgt also bei dieser Frequenz 90°. Von vorgenanntem Wert ausgehend, ändert sich der Phasenwinkel um etwa 1° je kHz Frequenzabweichung. Für eine frequenzmodulierte Schwingung bedeutet diese Eigenschaft des Netzwerkes, daß jedem Wert der Momentfrequenz ein anderer Phasenwinkel zugeordnet ist.



Oben: Bild 4.66–17 Prinzipschaltung des Demodulators



Rechts: Bild 4.66–18 Darstellung des zeitlichen Verlaufs der in Bild 4.66–17 bezeichneten Ströme und Spannungen sowie der Bildung des Ausgangssignals

Nach Passieren des Netzwerkes wird das Signal dem zweiten Eingang des gesteuerten Gleichrichters zugeführt. Die Gleichrichterschaltung muß so beschaffen sein, daß sie die variable Phasendifferenz ihrer beiden Eingangsspannungen in eine Amplitudenfunktion umformt, so daß an ihrem Ausgang die Nf-Spannung abgenommen werden kann. Wie diese Umwandlung erfolgt, sei nach **Bild 4.66–17** beschrieben: Der Übersichtlichkeit wegen wird die gesamte Gleichrichterschaltung, die im Gegentakt arbeitet, aufgetrennt und in der dann verbleibenden „Eintaktschaltung" lediglich die Demodulation einer Halbwelle der Eingangsspannung betrachtet. Weiterhin wollen wir der Einfachheit halber voraussetzen, daß die Transistoren $T_1 \ldots T_4$ (wie bei größeren Eingangssignalen) nur im Schalterbetrieb arbeiten, was die Allgemeingültigkeit der Beschreibung des Demodulationsvorgangs nicht einschränkt. Die Gleichrichteranordnung besteht aus zwei Differenzverstärkern (D I, D II), die in Koinzidenzschaltung arbeiten. Damit am Arbeitswiderstand R_1 eine Nutzspannung entstehen kann, muß ein Strom i_4 existieren. Unter welchen Bedingungen kommt nun i_4 zustande? Damit zunächst i_1 fließen kann, muß u_1 positiv sein, gleichzeitig muß u_2 negativ sein, damit i_1 durch T_4 und R_1 fließt. u_1 ist – wie schon erwähnt – das Signal des ersten Kanals, d. h. die begrenzte Ausgangsspannung des Verstärkers. u_2 ist die phasengedrehte Spannung des zweiten Kanals. Das heißt also: Nur in dem Zeitabschnitt, in dem gleichzeitig u_1 positiv und u_2 negativ sind, fließt ein Strom i_4, der impulsförmig ist. Der zeitliche Verlauf der Ströme und Spannungen wird in **Bild 4.66–18a ... c** gezeigt, während in 4.66–18 **d** die

sich bildenden Ausgangsimpulse dargestellt sind.

Die Impulsbreite b ist ein Maß für die Phasendifferenz $\Delta\varphi$ der beiden Eingangsspannungen u_1 und u_2. Durch Integration der Ausgangsimpulse $u_4 = i_4 \cdot R_1$ mit dem Netzwerk, bestehend aus R_1 und C 210, erhält man einen Spannungsmittelwert, der der Phasendifferenz $\Delta\varphi$ proportional ist. Der Kondensator C 210 kann nicht mit integriert werden und muß daher von außen zugeschaltet werden, er dient gleichzeitig zur Deemphasis.

An R_1 ist weiterhin – wie in Bild 4.66–17 gezeigt – ein Emitterfolger angeschlossen, an dessen Ausgang das Nf-Signal niederohmig abgenommen werden kann.

Etwas allgemeiner betrachtet, ist die Gleichrichteranordnung ein reiner „Produktdetektor", der nur dann eine Ausgangsspannung liefert, wenn das Produkt $u_1 \cdot u_2$ existiert. Ist nur eine der beiden Spannungen nicht vorhanden bzw. erfüllt sie nicht die notwendigen Bedingungen bezüglich ihrer Polarität – was gleichbedeutend mit ihrem Nichtvorhandensein ist –, dann gibt es auch kein Ausgangssignal. Die Übertragungscharakteristik des Demodulators ist ähnlich wie beim Ratiodetektor, dessen S-förmige Demodulationskennlinie bekannt ist.

Der Aufwand einer solchen Schaltung gegenüber der herkömmlichen mit Ratiodetektor ist, wenn man die IS als Einzelbauteil betrachtet, eigentlich geringer. Sein Inhalt ist an sich uninteressant, wenn er nur die gewünschten elektrischen Funktionen erfüllt, nämlich die Bildung eines störfreien Niederfrequenzsignals bei geringem Klirrfaktor.

4.7 Instandsetzungsarbeiten

4.71 Allgemeines

In diesem Abschnitt werden nach einigen grundsätzlichen Ausführungen über Chassis und Chassisteile Arbeiten beschrieben, die vorwiegend handwerklicher Art sind und sich entweder mit der Denk- oder Meßarbeit bei der Fehlersuche verknüpfen oder anschließend daran ausgeführt werden. Auch hierbei spielt die Erfahrung eine große Rolle. Wenn wir uns schon bemühen, durch methodisches Fehlersuchen zu möglichst kurzen Reparaturzeiten zu kommen, so darf der Zeitgewinn nicht dadurch verloren gehen, daß wir uns z. B. beim Aus- und Einbau der Bildröhre zu lange aufhalten oder nicht umsichtig und vorsichtig bei den Lötarbeiten an gedruckten Platten sind.

Viel zu einem wirtschaftlichen Service tragen ausführliche Informationen der gerätebauenden Industrie bei, sei es in Form broschürenartiger Gerätebeschreibungen und Serviceanleitungen mit Stromlaufplänen, Lageplänen und Abgleichanweisungen sowie laufend erscheinenden Hausmitteilungen, sei es durch regelmäßig veranstaltete Lehrgänge.

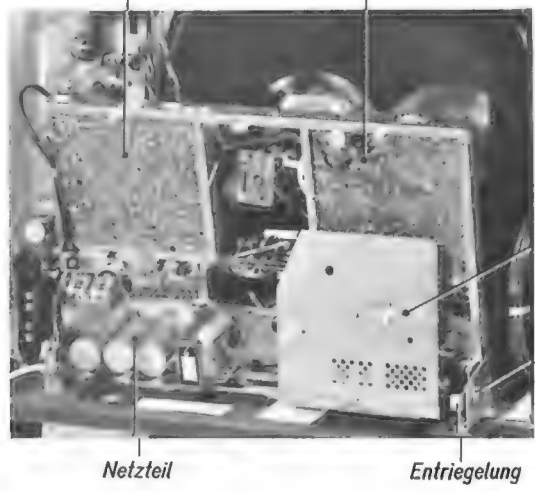
Nicht weniger wichtig ist der servicegerechte Aufbau des Empfängers. Eine Rückwand mit Schnellverschluß, ein zugängliches Chassis, eine übersichtliche Schaltung, eine zweckmäßige Aufteilung und Gestaltung der gedruckten Leiterplatten, der leichte Zugang zu den aktiven und passiven Bauelementen sowie die bequeme Auswechselbarkeit dieser Teile und evtl. von ganzen Baugruppen sind schon seit langem berechtigte Forderungen der Servicetechniker an den Hersteller. Eine Reihe von Firmen kommt diesen Wünschen in hohem Maße entgegen, andere sind erst auf dem Wege dazu.

4.72 Chassis und Baugruppen

4.721 Einige Betrachtungen über das Chassis

Als Chassis bezeichnet man im Gerätebau ein Gestell, einen Rahmen oder eine Grundplatte, kurzum eine Trägerkonstruktion, auf

Rechts: Bild 4.72–1a
Vertikalchassis (mit zwei Platinen) in Normallage 0°
(Telefunken-Geräte, Baujahr 1964)



Unten: Bild 4.72–1b
Gleiches Vertikalchassis in Servicelage 45° geklappt

der mechanische und elektrische Bauteile – einzeln oder in Gruppen zusammengefaßt – angeordnet sind. Man meint also stets ein „bestücktes" Chassis.

Ein Gerät kann ein oder mehrere solcher Chassis enthalten. Beim Fernsehempfänger findet man meist ein Hauptchassis und ein oder einige Teilchassis vor, die je nach Konstruktion mechanisch miteinander verknüpft oder voneinander getrennt sind, aber in allen Fällen elektrisch über feste oder lösbare Leitungsverbindungen eine Einheit ergeben.

Diese „Chassisgruppe" ohne den Bildröhrenkomplex und gegebenenfalls auch ohne Lautsprecher bildet in der Regel den Grundstock mehrerer Empfängertypen innerhalb

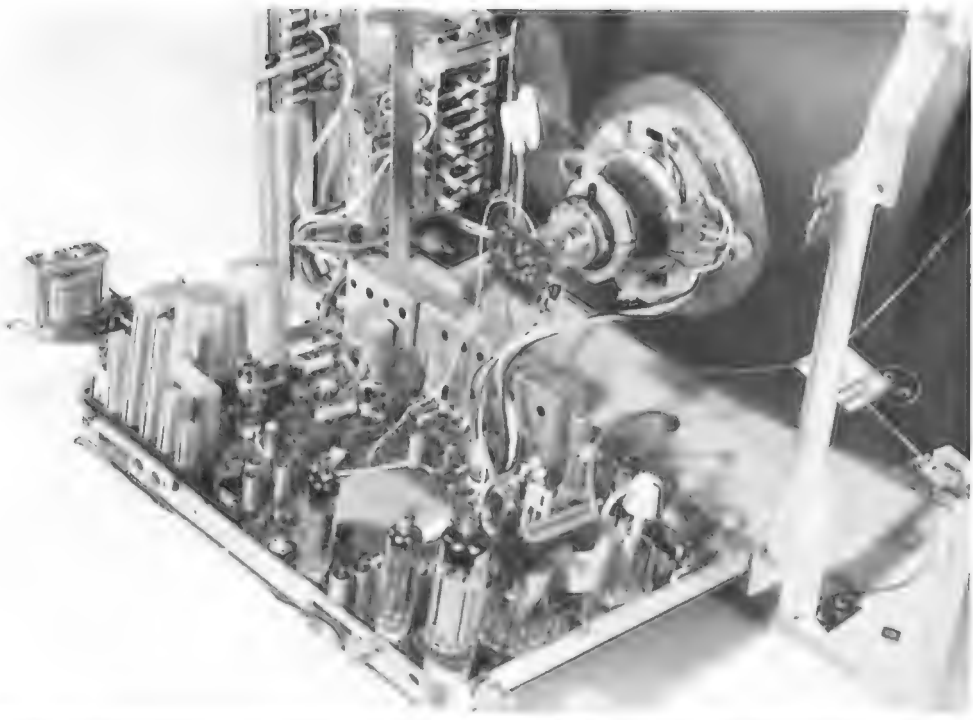


Bild 4.72–2 Vertikal-Einplatinenchassis in Servicelage 90° geklappt (Grundig-Geräte, Baujahr 1968/69)

einer Geräteklasse. Man spricht hier von einem Grundchassis oder auch nur von einem bestimmten Schwarzweiß- oder Farbchassis und gibt ihm zum Unterscheiden von anderen Chassis ein Kennzeichen, z. B. FE 709. Die Gerätetypen differieren dann durch die Art und Anbringung der Bedienungselemente, bisweilen auch durch andere Tuner und Lautsprecher sowie vor allem durch verschiedene Gehäuseformen.

Seit Einführung der gedruckten Schaltung wird das Aussehen der Chassis vornehmlich durch die gedruckten Leiterplatten (Platinen) bestimmt. Diese Platten – eine oder mehrere, je nach Fabrikat und Empfängertyp – enthalten auf der einen Seite (Bestückungsseite) die jeweils zu einem Schaltungskomplex gehörenden Bauelemente, wie Kondensatoren, Widerstände, Röhren, Transistoren und ganze Baugruppen, z. B. abgeschirmte Filter, neuerdings auch integrierte Schaltungen. Auf der anderen Seite der Platte (Lötseite) sind die Leiterbahnen zugänglich, deren Übersicht bei fortschrittlichen Konstruktionen durch Aufdruck der Bauteilpositionen und Meßpunktbezeichnungen beträchtlich erhöht wird. Die Meßpunkte selbst werden meist als Stifte in die Leiterplatte eingedrückt, es können also hieran bequem und ohne Kurzschlußgefahr die Zuleitungen zu den Meßgeräten angeklemmt oder angelötet werden. Auf der Bestückungsseite sind neben den Positionsbezeichnungen oft auch die elektrischen Werte der Bauelemente angegeben, so daß ihre schnelle Lokalisierung möglich ist.

In diesem Zusammenhang muß noch erwähnt werden, daß es auch Leiterplatten gibt, die beidseitig mit Leiterbahnen versehen sind. Alle „Lötaugen" sind dann mit einer Durchplattierung versehen, wodurch eine hohe Lötqualität erreicht wird.

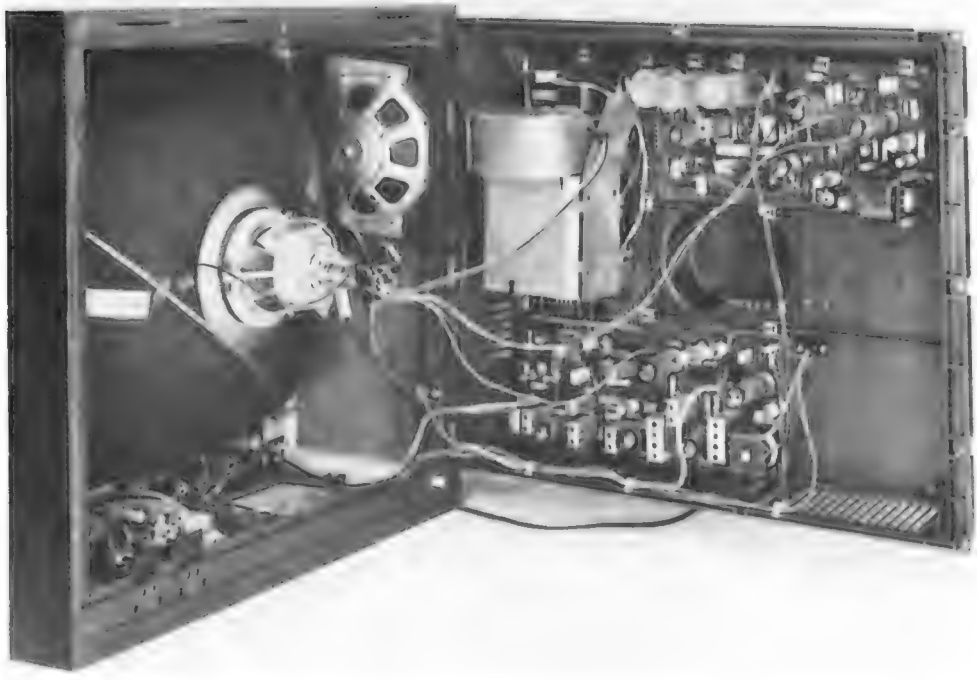


Bild 4.72–3 Kassettenartiges Rückwandchassis (Philips-Tizian D 5, Baujahr 1964)

Bild 4.72–4 Kompaktes Einblock-Steckchassis, Baujahr 1966/67, das in dieser Lage um 180° schwenkbar ist (Kuba-Imperial)

Das Hauptchassis kann im Gehäuse vertikal oder horizontal angeordnet sein. Welche dieser Möglichkeiten mehr Vorzüge aufweist, ist eine Frage der Gesamtkonzeption des technischen Aufbaus, wobei die rationelle Fertigung, eine mechanisch hohe Stabilität, die bestmögliche Wärmeabführung und eine leichte Erreichbarkeit aller Teile im Sinne eines guten Service entscheidend sind. Wenn statt mehrerer Druckplatten nur eine (entsprechend größere) verwendet wird, spricht man von einem „Einplatinenchassis".

Viele Geräte, namentlich Schwarzweißempfänger, sind mit einem Vertikalchassis ausgestattet, das sich z. B. nach Lösen von zwei Flügelmuttern oder entsprechender Verriegelungen um eine horizontale Achse in verschiedene Servicelagen klappen läßt **(Bild 4.72–1a, –1b, –2).** Andere Geräte enthalten ein Vertikalchassis, das sich wie eine Tür, die rechts oder links angeschlagen ist, um eine vertikale Achse schwenken läßt.

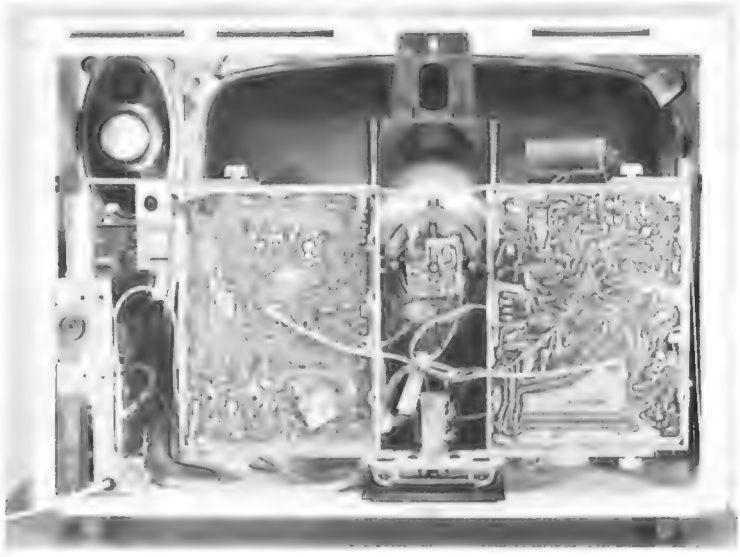


Bild 4.72–5a Drehflügelchassis; beide seitlich schwenkbare und gemeinsam herausklappbare Flügel in Normallage (Saba)

Bild 4.72–5b Gleiches Chassis, beide Flügel gemeinsam horizontal herausgeklappt

Eine verbreitete Sonderausführung davon stellt ein kassettenartiges Rückwandchassis von Philips dar, das einen Einschlagwinkel von 90 ° erlaubt **(Bild 4.72–3).** Eine weitere servicefreundliche Konstruktion, die auch für Teilfunktionen in Farbempfängern Eingang gefunden hat, ist ein Einblock-Kompaktchassis, das sich – von der Rückwandseite gesehen – links neben der Bildröhre, d. h. längs der linken Gehäusewand, befindet und im Servicefall zum Schwenken nach außen herausgezogen bzw. umgesteckt wird **(4.72–4).**

Schließlich sei noch das sogenannte Drehflügelchassis von Saba genannt; es enthält je ein seitlich schwenkbares Vertikalchassis für die Ablenkteile und die Verstärkergruppen sowie ein schmales Seitenchassis für

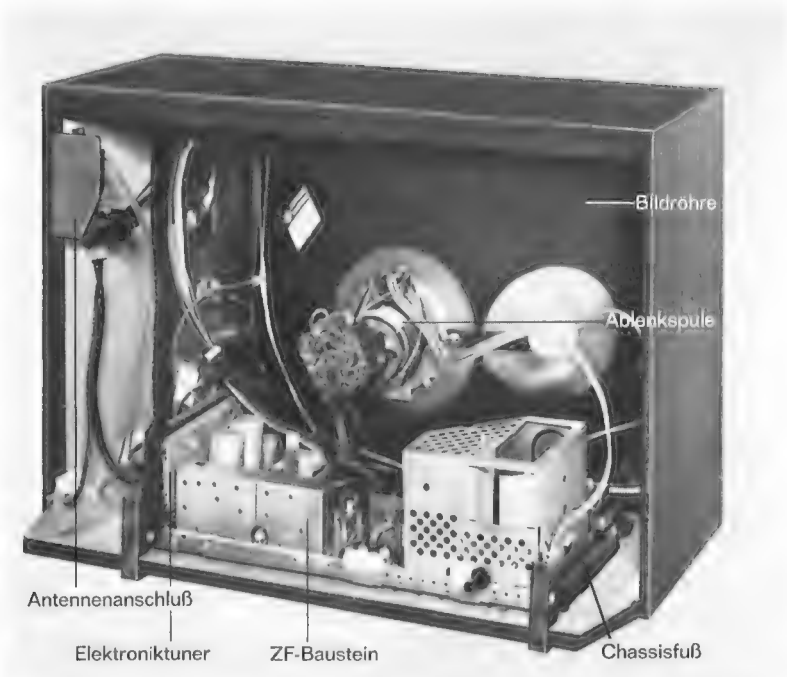


Bild 4.72–6a Horizontal-Einplatinenchassis in Normallage (Telefunken-FE 209, Baujahr 1969/70)

die Tuner mit Abstimmechanik, für das Netzteil und die verschiedenen Bedienungsorgane **(Bild 4.72–5a, –5b).**

Horizontalchassis neuerer Bauart lassen sich gleichfalls mit wenigen Handgriffen in servicegerechte Stellungen bringen. Ein Beispiel dafür zeigen die Bilder **4.72–6a...6c.**

Bei Farbempfängern kombiniert man häufig ein Horizontal- mit einem Vertikalchassis. In diesem Fall sind im Vertikalchassis aus Gründen der besseren Wärmeabführung außer dem Netzteil die Ablenkstufen einschließlich Hochspannungsteil untergebracht, während im Vertikal-(Seiten-)chassis der Tuner mit seiner Abstimmeinrichtung, die einzelnen Verstärker, Chrominanzteile und andere Baugruppen ihren Platz haben. Diese Chassis, entsprechend ihrer Bestückung oft einfach nur als Ablenkteil und als Verstärker-(oder Signal-)teil benannt, lassen sich z. B. auf Schienen oder Nuten gleitend bis zu einem Anschlag herausziehen und dann nach innen kippen (Ablenkteil) bzw. nach außen schwenken (Signalteil). Die Bilder **4.72–7a, – 7b** und **7c** veranschaulichen solch einen Chassisaufbau bei Farbempfängern der „ersten Generation", wie sie in Gemeinschaft von den Firmen Blaupunkt, Nordmende, Siemens und Telefunken entwickelt und gefertigt worden sind.

Eine weiterentwickelte Ausführung der eben gezeigten Chassisgruppen demonstrieren für einen Farbempfänger des Baujahres 1969/70 die Bilder **4.72–8a** und **8b.** Hier werden die Chassis aus ihrer Normallage je nach Bedarf in eine geeignete Servicelage umgesetzt, wofür entsprechende Halterungen wie Gehäusehaken, Steckhaken und ausschwenkbarer Stützbalken, vorgesehen sind. Ein gleichfalls vielseitig zugängliches Chassis für Farbfernsehempfänger stellen die Bilder **4.72–9a** und **9b** dar. Auf einer links angeordneten, senkrecht stehenden, auszieh- und schwenkbaren Leiterplatte be-

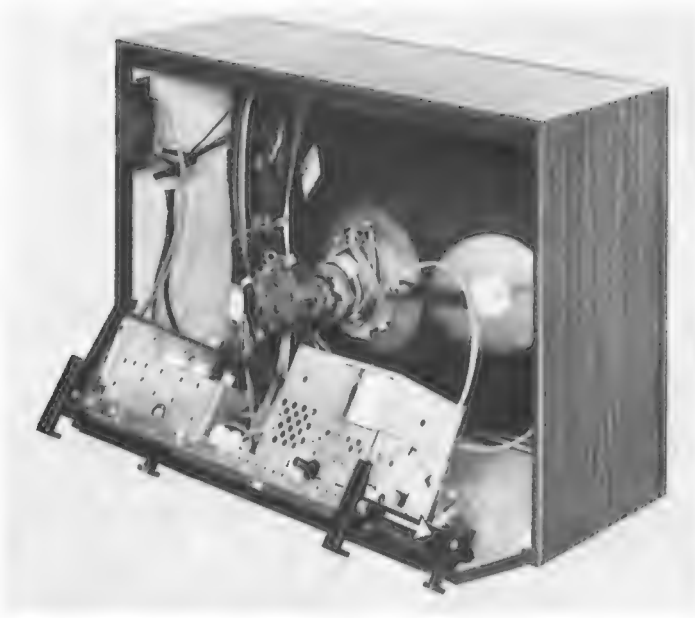


Bild 4.72–6b Gleiches Chassis in Servicestellung II gesteckt

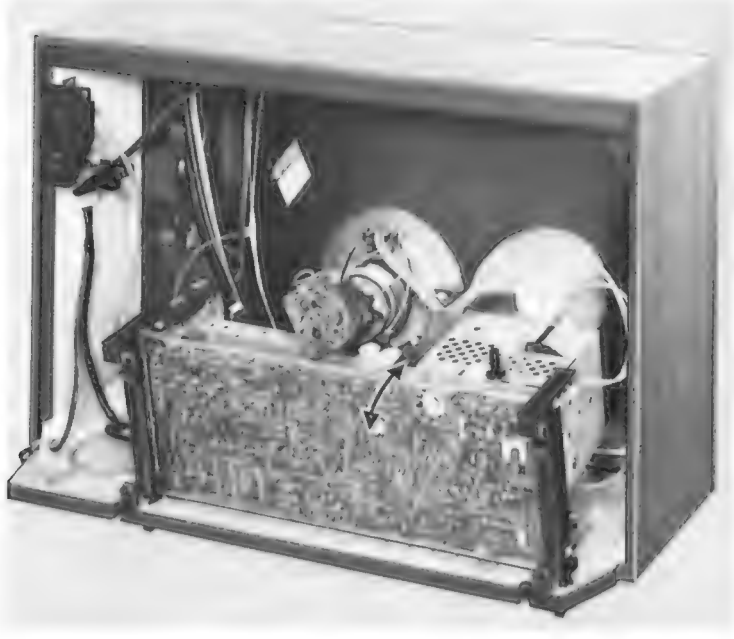


Bild 4.72–6c Gleiches Chassis in Servicestellung III geschwenkt

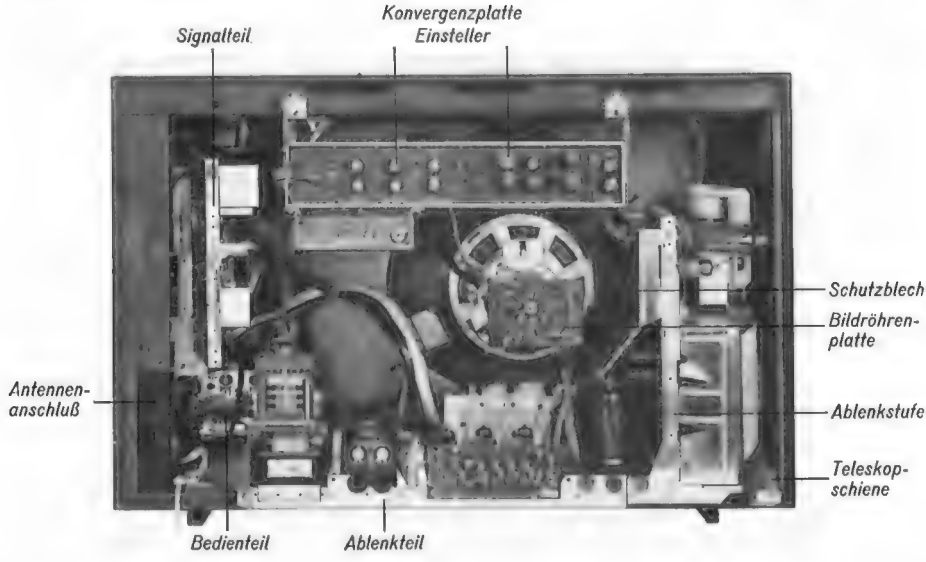


Bild 4.72–7a Einheits-Farbfernsehchassis der Firmen Blaupunkt, Siemens, Nordmende und Telefunken, Baujahr 1967

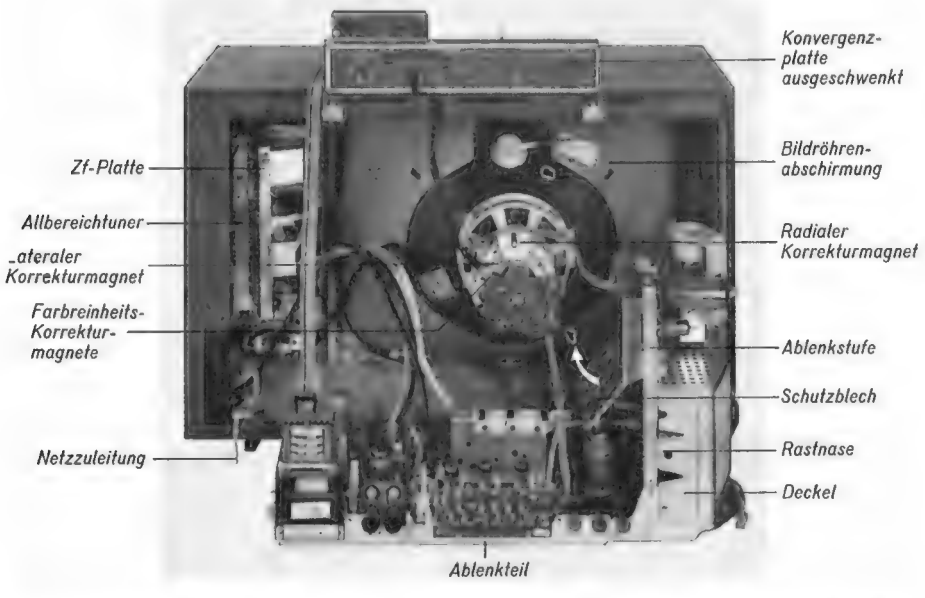


Bild 4.72–7b Gleiches Chassis. Ablenkteil herausgezogen, Konvergenzplatte ausgeschwenkt

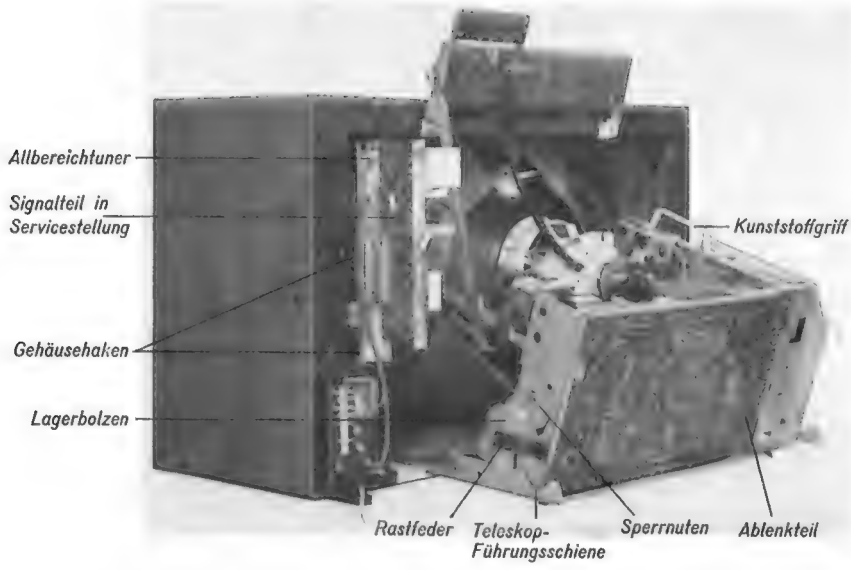


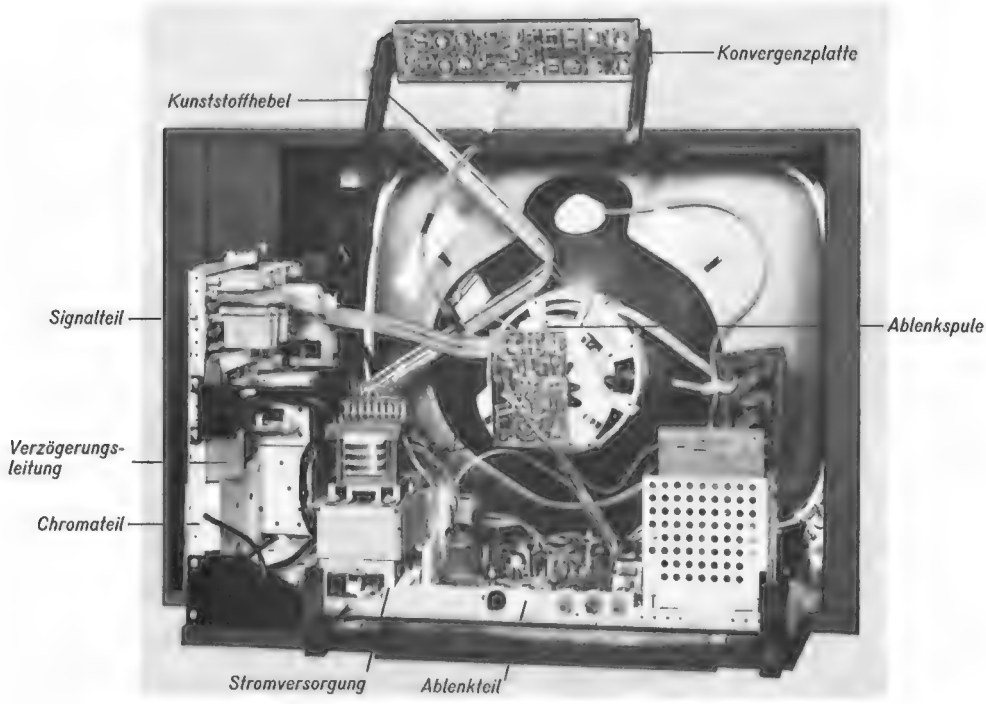
Bild 4.72–7c Gleiches Chassis. Signal- und Ablenkteil herausgezogen, letzteres zudem nach innen geklappt

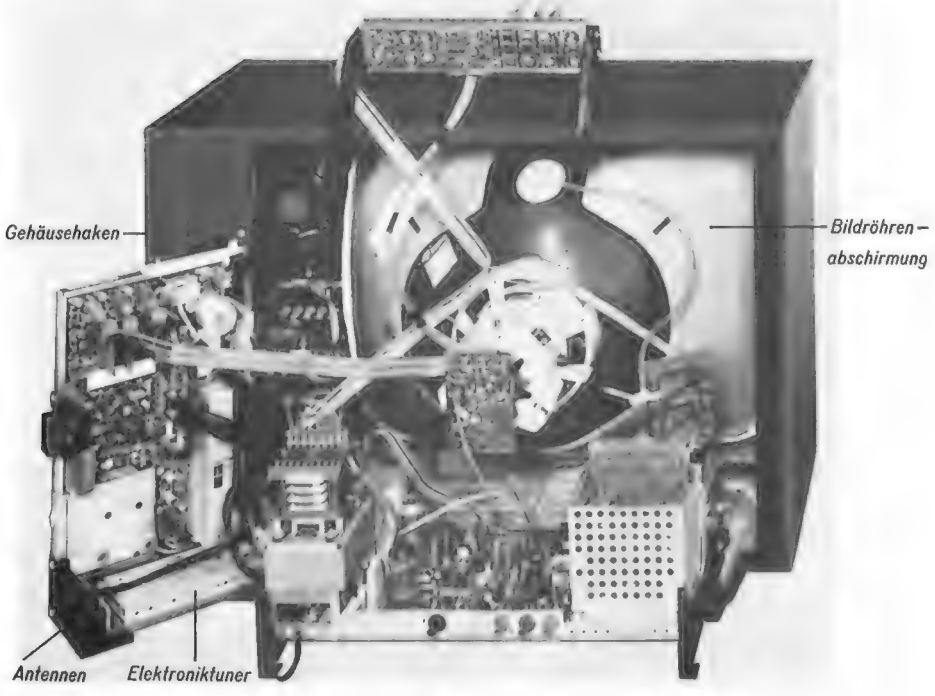
finden sich wieder der Zf-Verstärker und das Chromateil. Netzteil und Kippschaltungen sind auch wieder auf einem horizontal gelegenen Grundchassis untergebracht. Die Bauelemente der Horizontalablenkung und Hochspannungserzeugung hat man jedoch in einem festen mit dem Grundchassis verbundenen „Kamin" installiert. Grundchassis und „Kamin" bilden so eine L-förmige Einheit, die ebenfalls aus dem Gehäuse gezogen und zur weiteren Erleichterung 90 ° um die rechte Kante geschwenkt werden kann. Vollständig ausgeschwenkt, rasten die Chassis ein, so daß der Servicetechniker an den Löt- und Bestückungsseiten gut arbeiten kann.

Da bei Farbfernsehgeräten die Konvergenzeinstellung sehr wichtig ist, bemühen sich alle Hersteller um eine servicegerechte Unterbringung der mit den entsprechenden Einstellorganen versehenen „Konvergenzplatte". Oft ist diese Platte am oberen Gehäuseboden untergebracht und nach Abnehmen der Gehäuserückwand nach vorn schwenkbar (Bild 4.72–7 b). Bei einigen Geräten kommt man an die Konvergenzplatte auch ohne Abnehmen der Rückwand heran **(Bild 4.72–10).** Es gibt ferner Geräte, bei denen diese Platte vorn nach Abnehmen der Lautsprecher-Schallwand oder einer Zierleiste zugänglich ist.

Zu erwähnen wäre noch, daß in verschiedenen Geräten die Video-Endstufe aus Gründen einer kurzen Leitungsführung unmittelbar auf der Bildröhrenplatte untergebracht wurde.

Abschließend zu den Betrachtungen über die verschiedenartigen Chassis sei bemerkt, daß ihre „Servicefreundlichkeit" auch davon abhängt, wie schnell und mühelos man das Chassis oder Teile von ihm aus dem Gehäuse entfernen bzw. wieder darin einsetzen kann, denn oft ist an bestimmte fehlerbehaftete oder fehlerverdächtige Bauteile gar nicht anders heranzukommen. Funktionsprüfungen an den Chassisteilen außerhalb des Gehäuses bedingen natürlich genügend lange Verbindungskabel mit guten Steckverbindungen. Fortschrittliche Konstruktionen zeichnen sich hier durch griffige, zugentlastete und unverwechselbare Flachstecker aus. Besonders die Unverwechsel-


Konvergenzplatte
Kunststoffhebel
Signalteil
Ablenkspule
Verzögerungs-
leitung
Chromateil
Stromversorgung
Ablenkteil


Gehäusehaken
Bildröhren-
abschirmung
Antennen
Elektroniktuner

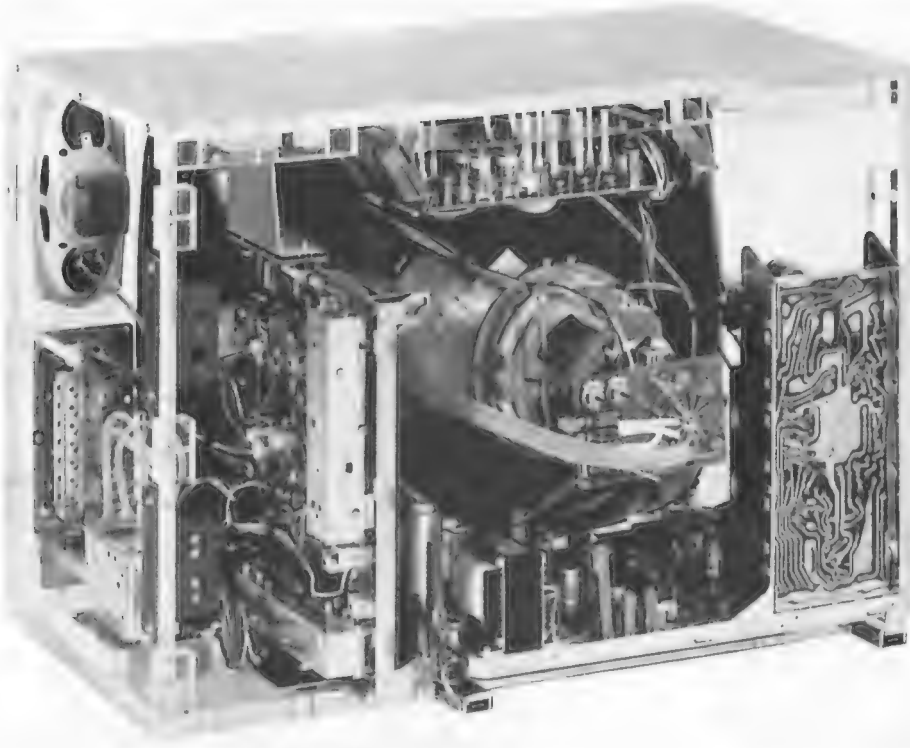


Bild 4.72–9a Auszieh- und schwenkbare Teilchassis an einem Metz-Farbfernsehempfänger, Bj. 1969/70, dessen Gehäuse zur Veranschaulichung des inneren Aufbaus aus Plexiglas besteht.

Linke Seite oben: Bild 4.72–8a Neueres Farbfernsehchassis, Konvergenzplatte ausgeschwenkt (Telefunken FE 709, Bj. 1969/70)

Linke Seite unten: Bild 4.72–8b Gleiches Chassis: Ablenkteil herausgezogen. Signalteil herausgenommen, am Gehäusehaken eingehängt und seitlich geschwenkt

barkeit ist für den Service von großem Wert, weil bei mehreren gleichen Steckverbindungen ein Fehlstecken erheblichen Schaden verursachen kann. Als federndes Kontaktelement verwenden einzelne Hersteller die in Röhrenfassungen bewährten Gabelfedern. Diese können sich im Steckergehäuse frei zu den versilberten Kontaktstiften auf dem Schaltungsträger ausrichten.

Wenn der vorzunehmende Aus- und Einbau der Chassis nicht klar zu übersehen ist, sollte man auf ein „Ratespiel" verzichten und lieber die Orientierungsskizzen des Herstellers beachten, die meist auf der inneren Gehäusewand angebracht sind.

Wieweit zum Ausbau der Bedienungs- und Anzeigeeinrichtungen (Potentiometerleiste, Tastensatz, Kanalschalter, Skalen, Pilotlämpchen usw.) sowie des Lautsprechers, der Organe auf dem Bildröhrenhals und der Bildröhre selbst die großen Chassisteile mechanisch und elektrisch davon abgetrennt, örtlich verschoben oder aus dem Gehäuse genommen werden müssen, ist – wenn nicht ohne weiteres erkennbar – aus der Serviceanweisung zu ersehen.

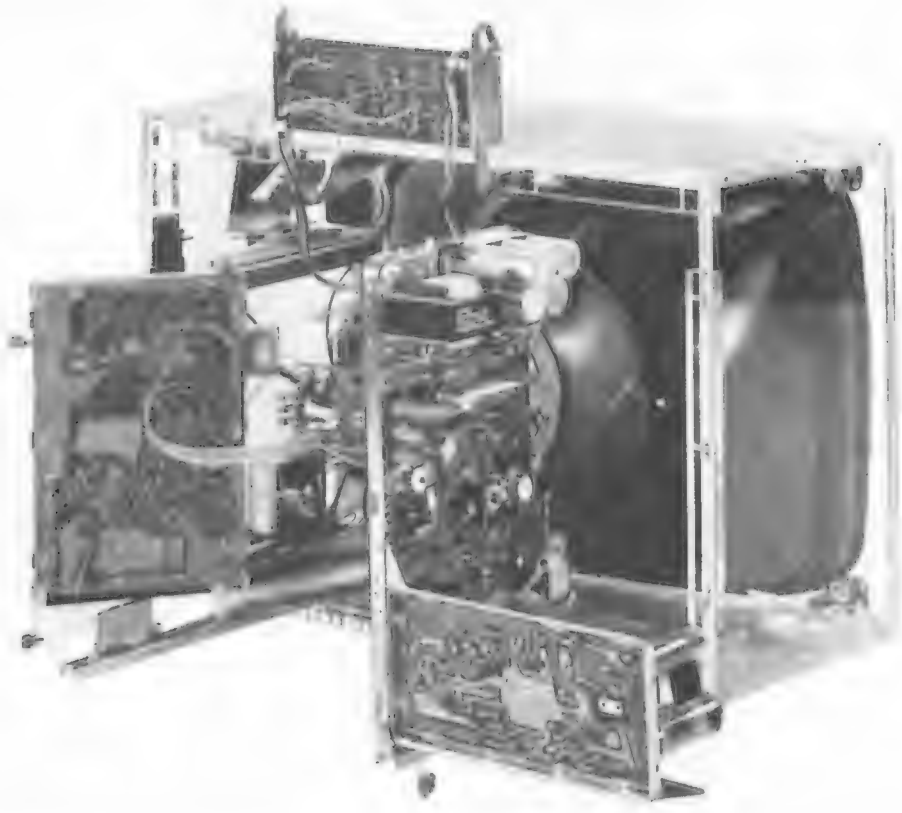


Bild 4.72–9b Gleicher Empfänger, Teilchassis in Servicestellungen, dabei Horizontalchassis 90° um die rechte Kante geschwenkt

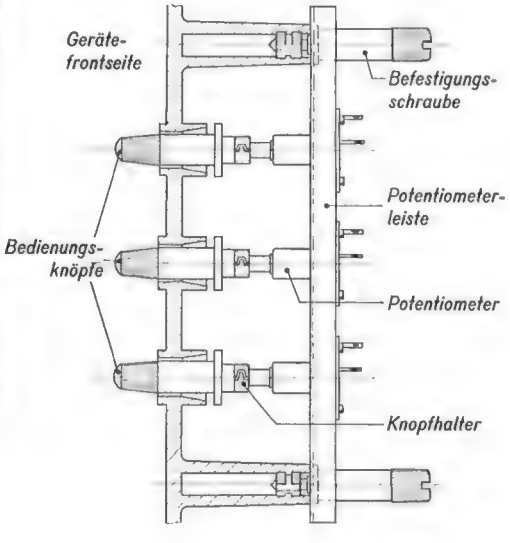
Zeitsparend wirken sich beim Aus- und Einbau schraubenlose, selbstklemmende Befestigungen (Snap-in-Halterungen) aus; sie sind nicht nur an den Teilchassis und (bei Farbgeräten) an der Konvergenzplatte wünschenswert, sondern auch am Lautsprecher und an den Potentiometerleisten.

Ein gutes Beispiel für schnell auswechselbare Baugruppen bietet der bereits seit längerer Zeit eingeführte steckbare Zeilentransformator von Grundig (Bild 4.72–11). Neuerdings gibt es auch steckbare Mehrbereichtuner.

Die Getriebe für die Tuner sind oft ebenso wie die Potentiometerleisten und Drucktastensätze einzeln oder zu Bausteinen zusammengefaßt am Gehäuse befestigt. Servicegerecht sind hier solche Konstruktionen, bei denen diese Teile ohne Ablösen der Bedienungsknöpfe (und -tasten) ausgebaut werden können. Man hat daher an den Gehäusen entsprechend größere Öffnungen vorgesehen **(Bild 4.72–12a).** Andererseits ist bei verschiedenen Geräten, in denen alle Bedienungselemente (evtl. einschließlich Frontlautsprecher) einen kompakten, herausziehbaren Block bilden, dieser Block gleich mit einer Plakette ausgestattet, die sich harmonisch in die Gehäusefront des Empfängers einfügt **(Bild 4.72–12).**

Bild 4.72–10 Zugang zur ausklappbaren Konvergenzplatte nach Öffnen einer Rückwandklappe (Metz)

Oben: Bild 4.72–11
Steckbarer Zeilentransformator (Grundig)
Rechts: Bild 4.72–12a
Leichter Ausbau einer Potentiometerleiste



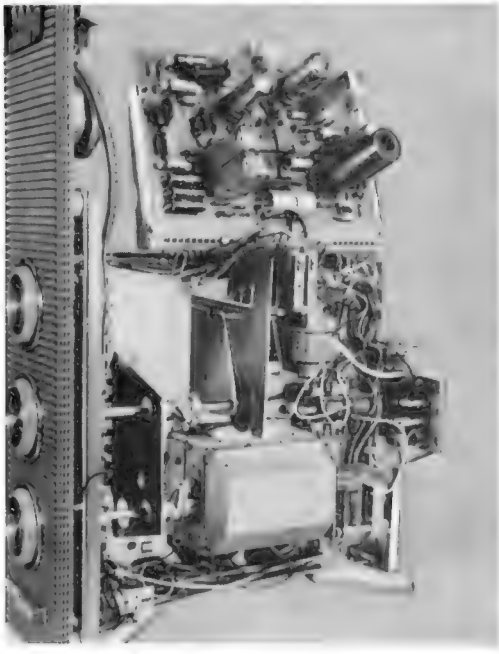


Bild 4.72–12b Bedienungsblock mit Sendersuch-Automatik für VHF und UHF (Tippomatic) der Nordmende-Luxusgeräte Baujahr 1964. Oben: steckbare Motor-Steuerplatine, unten: Tuner-Baustein mit Antrieben

4.722 Standard-Ersatzteile

Ein wirtschaftlicher Service hängt nicht nur von dem servicefreundlichen Aufbau des Gerätechassis ab, sondern auch von der universellen Anwendungsmöglichkeit einiger bestimmter, dafür vorhandener Ersatzteile, wie Tuner, Abstimmaggregate, Zeilentransformator, Hochspannungskaskaden, Ablenkeinheiten usw. Wären diese Teile wie bei früheren Geräten für jedes Chassis individuell zugeschnitten, so müßte der Werkstattinhaber, falls er die Teile für einen schnellen Kundendienst auf sein Lager legen wollte, ein beträchtliches Kapital investieren. Hinzu käme der Lagerwert für die immer wieder zu ergänzende Kollektion der gebräuchlichsten elektrischen und mechanischen Kleinbauteile sowie für einen gewissen Bestand an gängigen Röhren und Halbleitern.

Es ist deshalb zu begrüßen, daß die Gerätehersteller neuerdings zumindest für die Geräteserie eines Baujahres gleiche Baugruppen verwenden und darüber hinaus für ältere Geräte Tuner, Zeilentransformatoren und Ablenkeinheiten geschaffen haben, die weitgehend universell verwendungsfähig sind.

So ersetzt z. B. bei Grundig der mit drei Transistoren versehene Standard-VHF-Kanalwähler 7667–001 **(Bild 4.72–13)** über 30 verschiedene röhrenbestückte Trommel- und Diskustuner mit mechanischer Feinabstimmung. Eine Montageplatte mit Gewindelöchern für alle Befestigungsarten sowie zwei beliebig zu kürzende Verlängerungsachsen mit Verbindungshülse dienen der mechanischen Anpassung an das jeweilige Gerät. Die Lötarbeiten sind nach der mitgelieferten Anweisung einfach durchzuführen.

Der Standard-UHF-Transistor-Tuner 7668–015 **(Bild 4.72–14)** ersetzt bei gleichzeitiger Erhöhung der Empfangsempfindlichkeit dreizehn verschiedene und damit viele in früheren Grundig-Fernsehgeräten verwendeten UHF-Röhrentuner, einschließlich NSF-Typen, gleichgültig, ob sie über ein zusätzliches Getriebe verfügen oder direkt (ohne Untersetzung im Tuner) angetrieben werden.

Philips hat u. a. sieben unterschiedliche Standard-UHF-Tuner mit Röhrenbestückung anzubieten, die für 24 Originalausführungen in 68 Fernsehgerätetypen der Baujahre 1960/61 bis 1966/67 gewählt werden können.

Unter den Zeilentransformatoren sei der Grundig-Universaltyp 7241–051 genannt **(Bild 4.72–15)**, der viele herkömmlichen Ausführungen in 90°- und 110°-Ablenktechnik, d. h. neunzehn Originaltypen, zu ersetzen vermag. Dem Ersatztransformator ist ein Montagewinkel beigefügt, der die gleich Form hat wie der Befestigungswinkel des Originaltransformators, so daß Bohrarbeiten am Chassis entfallen. Elektrische Anpassungsarbeiten erfolgen, wo notwendig, nach Umbauanweisung.

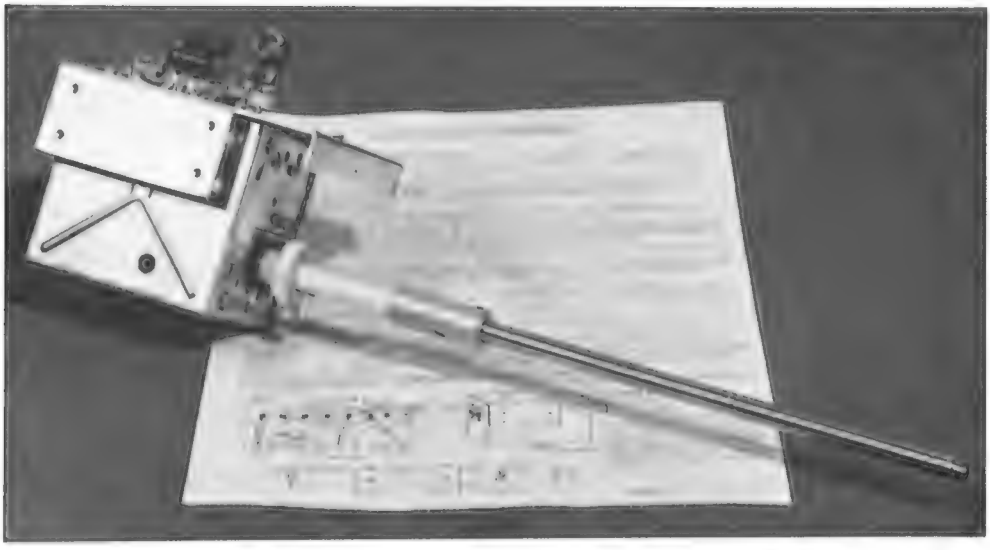


Bild 4.72–13 Dieser Standard-VHF-Kanalwähler 7667–001 von Grundig ersetzt über 30 andere Typen

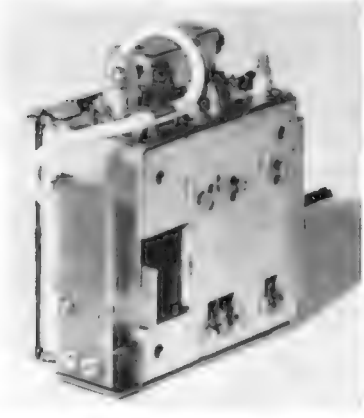


Bild 4.72–14 Dieser Standard-UHF-Tuner ersetzt 13 verschiedene UHF-Tuner-Typen, die in Grundig-Geräten verwendet wurden. Der gedruckte Symmetrierübertrager ist deutlich zu erkennen.

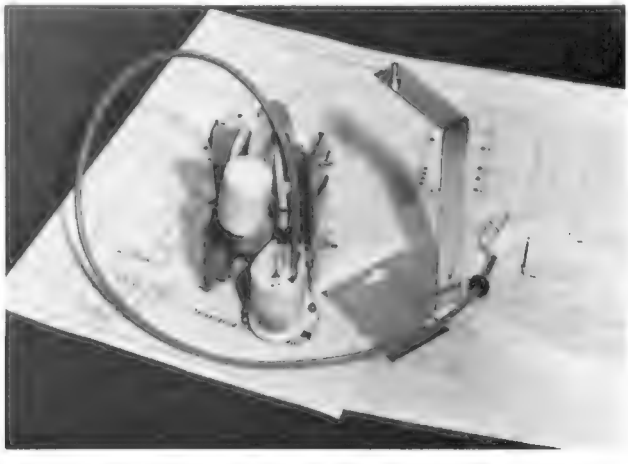


Bild 4.72–15 Dieser Standard-Zeilentransformator 7241–051 von Grundig ersetzt eine Vielzahl älterer Zeilentransformatoren

Für die Ersatzteilversorgung muß noch das von verschiedenen Firmen eingeführte *Austauschverfahren* erwähnt werden. So tauschen z. B. die Werksvertretungen von AEG-Telefunken gegen einen Pauschalpreis Tuner, Abstimmeinheiten und weitere Bausteine aus Fernsehgeräten der Bauserien 1965...71 um, wenn diese Teile vollständig sind und keine mechanischen Schäden aufweisen. Dabei sind jeweils die Grundbausteine gemeint; andere daran befindliche Elemente (z. B. Antennenplatte, Versorgungsplatte bei Tunern

usw.) bleiben zugunsten einer einfacheren Abwicklung des Verfahrens vom Tausch ausgeschlossen; sie müssen also vorher abmontiert werden.

4.723 Künftiger Service

Die künftige Entwicklung des servicegerechten Fernsehempfängers wird sicherlich durch das konsequente Ausweiten und Verfeinern der Bausteintechnik bestimmt. Hierbei werden die integrierten Schaltkreise eine große Rolle spielen. Die Fehlersuche ist dann nicht mehr bis zum letzten (diskreten) Bauelement durchzuführen, sondern beschränkt sich auf den Komplex des betroffenen integrierten Schaltkreises. Dabei muß und kann man in Kauf nehmen, daß beim Auswechseln dieses Kreises zugleich mit einem irgendwo darin enthaltenen defekten Halbleiter viele „heile" Halbleiter und eine mehr oder minder große Zahl von Widerständen ersetzt werden. Der Trend zur höheren Integration elektronischer Bauelemente wird natürlich auch zum Bau kleiner Chassis führen und deshalb im Servicefall zur „Lupenarbeit" nötigen.

Die Lagerhaltung bzw. Beschaffung von Ersatzteilen wird durch zunehmende Standardisierung und Normung der gängigsten Teile seitens der Fachausschüsse wesentlich rationeller sein.

Mit den weiteren Forschritten der Halbleitertechnik und ihrer Anwendung im Fernsehempfänger ist indessen eine höhere Gebrauchssicherheit der Geräte zu erwarten, wie sie sich bereits überzeugend mit fortschreitendem Ersatz der Röhren durch Halbleiter zeigt. Der Halbleiter ist schon vom Aufbau her sicherer und ermöglicht zudem durch Niedervoltbetrieb eine kleinere Netzaufnahmeleistung und dadurch eine geringere Wärmeentwicklung.

4.73 Über die Behandlung von Bildröhren

4.731 Sicherheit geht vor

Der Druckunterschied zwischen dem Vakuum einer Bildröhre und der Außenluft in der Größenordnung einiger Tonnen sowie die Starkwandigkeit des im Vergleich zu zu einer Verstärkerröhre etwa 1000 mal größeren Glaskolbens können bekanntlich im Falle einer Implosion erhebliche Gefahren herbeiführen. Diese Tatsache nötigt alle Hersteller, die Bildröhren sorgfältig auf Druckfestigkeit zu überwachen. Es verlassen nur solche Röhren die Fabrik, die hohe Festigkeitseigenschaften aufweisen.

Den Zustand der auf diese Weise erreichten hohen Betriebssicherheit zu erhalten, ist nun Aufgabe und Pflicht all derer, die in der Praxis mit der Bildröhre umgehen. So muß in der Gerätefabrik und in den Servicewerkstätten dafür gesorgt werden, daß die Bildröhre weder in ihrer Außenhaut verletzt noch einseitig durch Druck beansprucht wird. Sie darf z. B. beim freien Umgang mit ihr keineswegs aus den Händen gleiten und auf dem Fußboden aufschlagen, wobei ausdrücklich darauf hinzuweisen ist, daß diese Gebote nicht nur bei den „alten", sondern auch bei jenen Bildröhren zu beachten sind, die seit 1964/65 gefertigt werden und nach VDE 0868/763 als implosionssicher gelten, Farbbildröhren eingeschlossen.

Welcher Art die Maßnahmen sind, die zur Abwendung von Personen- und Sachschäden beachtet werden müssen, geht aus dem bereits im Abschnitt 2.25 zitierten *Merkblatt* über den Schutz gegen Implosionen von Bildröhren hervor, das von der *Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik* in Zusammenarbeit mit den Röhrenfabriken ausgearbeitet und veröffentlicht wurde. Sein Inhalt, soweit er den Service-Techniker in den Reparaturwerkstätten angeht, ist folgender:

1. *Bildröhren stets in ihren Verpackungen oder im Tuch- oder Kunststoffbeutel lagern und transportieren. Vorübergehend abgelegte Röhren mit einem Tuch bedecken.*

Bei der Lagerung der Bildröhre im (Original-) Karton soll die Schirmfläche unten liegen. Da beim Herausnehmen die Bildröhre nur am Rand des Bildschirmes angefaßt werden darf, ist der Karton vorher um-

zudrehen (siehe die Bezeichnungen an den Außenseiten).

Beim Transport elektrisch defekter Bildröhren – insbesondere auf Kraftfahrzeugen – ist am besten gleichfalls ein Originalkarton zu benutzen. Eine ungeschützte, nicht einmal in eine Decke eingehüllte Röhre kann bei starken Erschütterungen, plötzlichem Bremsen, Kollisionen usw. vom Sitz geschleudert werden und die Insassen des Wagens in große Gefahr bringen. Manche Praktiker verwenden hier auch eine verschließbare Tasche aus starkem Segeltuch, die im Falle einer Röhrenimplosion die Glassplitter zusammenhält.

2. *Jede mechanische Beanspruchung des Kolbenhalses vermeiden. Bildröhre nicht am Röhrenhals ziehen oder drehen. Beim Herausnehmen oder Hineinsetzen in einen Behälter Bildröhren an der Schirmfläche fassen. Werden Bildröhren getragen, so sind sie mit der Schirmfläche auf eine Hand zu setzen, während die andere Hand den Kolbenhals am Konusende abstützt; große Bildröhren trage man diagonal über Eck.*

3. *Bildröhren beim Absetzen auf ihre Schirmfläche stellen. Als Unterlage weiche Stoffe (Filz, Schaumgummi und dergleichen) verwenden. Röhren hierauf nicht schieben. Es empfiehlt sich, die Unterlage zur leichten Reinigung mit einer glatten Haut (Kunststoffolie) zu überziehen.*

Bei mehreren benachbarten Röhren unbedingt für reichlichen Abstand sorgen, da sie durch Drehung an den empfindlichsten Stellen, nämlich an der auf Zug belasteten Zone zwischen Frontplatte und Konus, zusammenstoßen könnten.

4. *Durch den Betrieb erwärmte Bildröhren nach dem Herausnehmen aus dem Gerät vor Zugluft schützen. Röhren keiner ungleichmäßigen Erwärmung aussetzen, daher nicht in der Nähe von Heizkörpern, Strahlungsöfen, Infrarotöfen usw. lagern oder abstellen.* Ebenso kann auch eine starke, einseitige Sonnenbestrahlung (zum Beispiel beim Abstellen der Röhre auf einer Fensterbank) zu unzulässig hohen Spannungen im Glas führen.

5. *Vor dem Herausnehmen einer Bildröhre aus dem Fernsehgerät stets zuerst ihre Anode über einen Hochohmwiderstand (etwa 10 kΩ) mit Masse verbinden, um mögliche Restladungen abzuführen. Wegen der dielektrischen Nachwirkungen Entladung auf etwa ½ bis 1 Minute ausdehnen. Restladungen können beim Berühren des Hochspannungsanschlusses der Bildröhre eine schreckhafte Bewegung auslösen, so daß der Betroffene die Röhre möglicherweise fallen läßt und diese unter Umständen implodiert.*

6. *Zum Schutz in der Nähe beschäftigter unbeteiligter Personen Arbeitsplätze durch feste Wände oder Vorhänge aus festem Stoff gegenseitig beziehungsweise gegen den übrigen Arbeitsraum abschirmen.*

Aus praktischen Gründen empfiehlt sich hier eine transportable Wand aus geeignetem Werkstoff, z. B. Hartfaserplatten. Plätze in der Servicewerkstatt, an denen ausschließlich oder vorwiegend Arbeiten an Bildröhren vorgenommen werden, sind stets mit diesem Schutz zu versehen.

7. *Fernsehgeräte nach Beendigung der Arbeit nicht mit offener Rückwand stehen lassen.*

Diese Maßnahme mag etwas übertrieben erscheinen, dennoch muß im Rahmen der Sicherheitsbestimmung darauf hingewiesen werden.

8. *Bildröhren hinter einem Schutzglas prüfen.*

Dieser Vorschrift entspricht der im Abschnitt 4.53 Röhrenfehler und Röhrenprüfungen beschriebene Bildröhrenadapter.

9. *Splitter und Druckwellen implodierender Bildröhren können eine Implosion benachbarter ungeschützter Röhren herbeiführen. Bei der Ablage ungeschützter Röhren ist – soweit möglich – hierauf zu achten.*

10. *Sollen unbrauchbare Bildröhren zerstört werden, so ist auf die hierbei mögliche Implosionsgefahr Rücksicht zu nehmen. Es empfiehlt sich daher, solche Röhren in geschlossenen Behältern zu zerstören.*

Der Praktiker steckt zu diesem Zweck die Bildröhre in einen handelsüblichen Sack, den

er in Höhe des Bildröhrensockels zusammenbindet. Dann legt er die umkleidete Röhre so in einen Bildröhrenkarton, daß lediglich der Sockel sichtbar bleibt. Nun ist die Röhre durch Abbrechen von Führungs- und Pumpstutzen mit einer Zange zu belüften. Danach kann der Kolben gefahrlos zerschlagen werden.

Im zweiten Teil des Merkblattes der Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik werden die Schutzmittel gegen Verletzungen bei Implosionen genannt. Da diese Mittel zum Inventar der Werkstatt gehören, sind sie bereits im Abschnitt 2.25 behandelt worden.

Achtung!

Implosionen von Bildröhren ereignen sich selten. Man lasse sich aber trotzdem nicht verleiten, Schutzmaßnahmen und Schutzmittel, weil sie als lästig empfunden werden, zu mißachten.

In diesem Zusammenhang ist noch zu bemerken, daß bei Personen- und Sachschäden, die in der Servicepraxis durch Implosionen hervorgerufen werden, der Bildröhrenhersteller die Geltendmachung weitergehender Gewährleistungs- sowie Schadenersatzansprüche jeder Art ausschließt.

Bei aller Respektierung der Sicherheitsmaßnahmen besteht nun aber kein Anlaß, die Gefahren zu dramatisieren. Dies gilt insbesondere gegenüber dem Fernsehzuschauer. Er braucht absolut nicht besorgt zu sein, daß bei normalem Betrieb des Gerätes die Bildröhre einmal implodieren könne. Aber selbst wenn das geschähe – ein unwahrscheinlicher Fall –, so würde er bei den älteren Geräten mit Bildröhren der früheren Bauart durch das Empfängergehäuse, die Schutzscheibe vor dem Bildschirm und die Rückwand völlig geschützt sein. Die neueren Bildröhren (siehe die mit den Ziffern 2, 3 und 4 versehenen Typen in der Tabelle 7–III [des Anhangs] sind so beschaffen, daß nach ihrem Einbau in das Gehäuse eine Implosion nahezu ausgeschlossen ist. Das trifft auch für alle in Deutschland gefertigten Farbbildröhren zu. Der Typ A 63–11 X ist der erste in der Welt, der eine Metallarmierung besitzt, wodurch ihm die von der Schwarzweiß-Sicherheitsbildröhre bekannten Vorteile zugute kommen.

4.732 Reinigungsfragen

Wenn nach längerem Betrieb eines mit Schutzscheibe versehenen Fernsehgerätes das Bild allmählich an Kontrast verliert und trübe und unscharf erscheint, so liegt der Grund meist nicht an einem Verbrauch der Bildröhre, sondern darin, daß der Bildschirm und die Innenseite der Schutzscheibe von einer Staubschicht bedeckt sind. In diesem Falle ist die Säuberung des Bildschirmes und auch der Schutzscheibe unerläßlich. Hierzu müssen im allgemeinen das Chassis und die Bildröhre ausgebaut werden. Es gibt aber auch servicegerechte Konstruktionen, bei denen die Schutzscheibe und die Bildröhrenmaske schon nach Lösen einiger Schrauben frontseitig entfernt werden können. Je nach dem Grad der Verschmutzung reibt man nun diese Flächen mit angefeuchtetem Zeitungspapier ab oder benutzt ein bewährtes Reinigungsmittel (z. B. Sidolin), gegebenenfalls Spiritus unter Verwendung eines Leinenlappens. Das übliche Reinigen von Schutzscheibe und Bildröhre mit Fensterleder hat den Nachteil, daß die Glasflächen durch die Reibung elektrisch aufgeladen werden und so den Staub und Schmutz der Umgebung anziehen. Wir sollten dann schon die in allen Haushaltswarengeschäften angebotenen Ersatzlederlappen aus Kunststoffen benutzen, die von diesen Nachteilen frei sind.

Leichter Staub auf der Bildmaske wird vorsichtig mit einem Pinsel entfernt; bei stärkerer Verschmutzung verwenden wir einen Radiergummi oder – noch besser – ein gutes Reinigungspulver, z. B. REI (in keinem Fall Benzin oder Spiritus!). Besteht die Bildmaske aus Aluminium (eine Maßnahme, die ebenso wie das Hinterkleben der Preßpappe mit Stanniol dem Verringern der Störstrahlung dient), so können beim unvorsichtigen Einsetzen einer Bildröhre auf

der Glashaut schwarze Schleifspuren vom Aluminium entstehen. Diese lassen sich nur schwer entfernen. Bewährt hat sich die Verwendung von schwacher Natronlauge, wobei wir aber unbedingt mit reichlich klarem Wasser nachspülen müssen, weil sonst ein milchiger Belag zurückbleibt.

Überhaupt sollte man beim Einsetzen von Bildröhren auf peinlichste Sauberkeit achten. Die Bildröhren und auch die Schutzscheiben dürfen bei der Montage nicht mit bloßen Händen angefaßt werden, weil dadurch Fingerabdrücke entstehen.

Verbleibt zwischen Maske und Bildröhre ein Spalt, so dichtet man ihn am besten mit einem Tesamoll-Streifen gegen vorzeitiges Verschmutzen ab.

4.733 Aus- und Einbau der Bildröhre

Für die Befestigung der Bildröhre haben die Gerätehersteller verschiedene Möglichkeiten – und verschiedene Standpunkte. Grundsätzlich können Chassis und Bildröhre oder Gehäuse und Bildröhre eine Einheit bilden. Meist findet man die letztgenannte Kombination vor. Bei Truhen sprechen Servicegründe dafür, ein Chassis mit Bildröhre zu verwenden, das dann im Reparaturfall schnell vom Gehäuse getrennt werden kann. Die Verbindungen vom Chassis zur Bildröhre (am Sockel und an der Anode) erfolgen stets über Steckkontakte. Für den Ausbau der Röhre werden erst die Steckverbindungen gezogen, dann – nach mehrmaliger Entladung der Bildröhre – das Chassis und – wenn nötig – der Seitenlautsprecher herausgenommen. Anschließend entfernt man behutsam alle Teile auf dem Kolbenhals: die Ablenkeinheit (bei MW- und allen A-Röhren die Ablenk- und Fokussiereinheit), bei Farbbildröhren: die Ablenkspule mit Konvergenzeinheit + Blaulateralmagnet. Nun wird das Gehäuse frontseitig auf den Arbeitsplatz gestellt und an den Flanken durch entsprechende Unterlegung so angehoben, daß die Bildröhre frei hängt, das Gehäuse also nicht mehr „schaukelt". Über den Ausbau der Bildröhre selbst, z. B. bei älteren Typen, das Lockern und Abstreifen des Spannbandes mit Gummizwischenlage (Profilgummi) sowie andere vielleicht noch durchzuführende Arbeiten unterrichtet man sich am Objekt – oder greift zur Service-Information. Die heutigen schutzscheibenlosen Bildröhren sind mit vier an dem Metallrahmen angeschweißten Haltewinkeln versehen und durch Schrauben direkt am Gehäuse befestigt. Der Aus- und Einbau ist hier besonders servicegerecht. Man benötigt zum Entfernen der M-10-Sechskantmuttern nur einen Steckschlüssel.

Vor dem Auspacken einer neuen Röhre ist – wie bereits erwähnt – der Karton so zu stellen, daß der Kolben nach oben, der Hals nach unten zeigt, damit der Rand des Bildschirmes bzw. die Metallummantelung gut gefaßt werden kann. Bildschirm gegebenenfalls reinigen. (Achtung! Niemals zu kalt gelagerte Röhren sofort auspacken, da durch den Temperatursprung gefährliche Glasspannungen entstehen können. Ferner würden durch den Feuchtigkeitsniederschlag bei der Inbetriebnahme der Röhre Kriechströme auftreten.) Beim Einsetzen der Röhre müssen wir auf die richtige Lage des Hochspannungsanschlusses achten. Flügel- und Schaftschrauben für das evtl. vorhandene Spannband sind zunächst leicht anzuziehen. Dabei beachten, daß das Spannband über gleichmäßig verteilte Gummizwischenlagen auf der Bildröhre ruht. Erst nach Kontrolle, ob der Bildschirm genau in den Maskenausschnitt paßt, erfolgt behutsam weiteres Anziehen der Schrauben, daß sich die Bildröhre nicht herausdrücken läßt. Beim Aufsetzen des Ablenksystems müssen wir die richtige Lage des Zuleitungskabels beachten.

Die Ablenkeinheit ist dann bis zum Kolbenansatz zu schieben. Die Erdungsfeder oder das Erdungsband muß den Graphitbelag der Bildröhre richtig berühren – nicht zerkratzen. Sollte der Graphitbelag beschädigt sein, so ist unter die Feder Stanniol zu legen – sonst Sprüherscheinungen! Ist das Gerät nach dem gesamten Einbau wieder funktionsfähig, so erfolgt zunächst die Bildjustierung (1.3).

4.74 Richtiges Löten und Entlöten

4.741 Vorbemerkungen

Der Lötvorgang ist die im Servicebetrieb am häufigsten vorkommende handwerkliche Arbeit. Man sollte daher meinen, sie werde von jedermann beherrscht. Das ist aber keineswegs der Fall. Oft wird diese Arbeit nicht so ausgeführt, wie es für eine elektrisch perfekte und mechanisch dauerhafte Verbindung notwendig wäre. Die „Erfolge" sind dann: kalte Lötstellen als Ursache einer mitunter schwer auffindbaren Leitungsunterbrechung, dicke und sperrige Lötstellen als Ursache eines massiven oder feinen Schlusses (z. B. in einer Röhrenfassung), Wackelkontakte, Zerstörungen der Isolation, Defekte an Bauteilen usw. Hier soll aber nicht nur vom Löten die Rede sein, bei dem man eine metallische Verbindung herstellt, sondern auch vom Trennen solcher Verbindungen, ein Vorgang, der heute unter dem Begriff Entlöten mindest gleichviel praktisches Geschick erfordert. Nachstehend seien die zum Löten und Entlöten erforderlichen Werkzeuge, Materialien und die Arbeitsvorgänge selbst behandelt, wobei die neuesten Erfahrungen auf diesem Gebiet berücksichtigt sind.

4.742 Der Lötkolben als Werkzeug

Die wichtigste Vorbedingung für das Löten ist wie für jede gute Arbeit richtiges und gutes Werkzeug. Eine Lötstelle bestimmter Größe erfordert eine bestimmte Wärmemenge – Lötleistung –, die den zu verbindenden Teilen vom Lötgerät zugeführt werden muß. Die Lötleistung ist wesentlich geringer als die aufgenommene elektrische Leistung; sie ergibt sich aus der Differenz der aufgenommenen elektrischen Leistung und dem Wärmeverlust auf dem Wege vom Heizdraht zur Lötstelle. Der Wärmeverlust ist durch verschiedene Faktoren bedingt, die vom Typ des Lötkolbens abhängen. Diese Faktoren sind:

Bauart des Heizkörpers.

Form und Abmessungen der Lötspitze (Länge der Lötspitze außerhalb des Heizkörpers!).

Anordnung von Lötstück und Heizkörper zueinander.

Daß die vom Netz her aufgenommene elektrische Leistung keine eindeutige Aussage über die Lötleistung zuläßt, mögen zwei Beispiele erläutern: Es gibt Niedervolt-Lötkolben (6, 12, 24 V), die wegen der beinahe gänzlich entfallenden elektrischen Isolationsprobleme in ihrer Form mehr an einen Bleistift als an einen Löt-„Kolben" erinnern. Damit sind bei einer elektrisch aufgenommenen Leistung von ca. 10 W Lötleistungen zu erzielen, die selbst ein sehr gut durchkonstruiertes Lötgerät für 220 V erst bei etwa 30 W erreicht. Soll die gleiche Lötleistung mit einem Kolben herkömmlicher Bauart mit langausgezogener, stark verjüngter Spitze erreicht werden, so sind hierfür sogar ca. 80 W aufzubringen.

Wer dies bei der Anschaffung und beim Gebrauch seiner Lötgeräte beachtet, kann viel Strom und noch mehr Ersatzheizkörper und Lötspitzen sparen helfen, denn ein Mißverhältnis von erzeugter zu genutzter Energie führt zwangsläufig zu Wärmestauung, Überlastung des Heizkörpers und zu einem baldigen Verschleiß der Lötspitze, wenn diese – wie die meisten – aus „unbehandeltem" Kupfer besteht. Kupfer hat zwar eine gute Wärmeleitfähigkeit, doch auch zwei grundsätzliche Nachteile.

Der eine betrifft die *Lötfläche* der Lötspitze. Wird sie im Gebrauch verzinnt, so löst das Zinn aktives Kupfer aus. Das führt zu den bekannten Verzunderungen und Auswaschungen und, als Nothilfsmaßnahme dagegen, zu kostspieliger Nacharbeit der Spitze.

Der zweite Nachteil betrifft den *Schaft* der Lötspitze. Zwischen ihm und dem Heizelement bildet sich nämlich schon nach kurzer Gebrauchsdauer eine dicke Oxydschicht, die den Wärmeübergang abschwächt. Dadurch wird die Temperatur der Spitze gemindert und die des Heizkörpers erhöht, beides ist schädlich.

Man hat nun versucht, diese Nachteile teilweise oder ganz aufzuheben, und zwar

a) durch eine andere Form der Lötspitze,
b) durch einen anderen Werkstoff oder einen besonderen Oberflächenschutz der Lötspitze,
c) durch Kolben mit manuell oder automatisch regulierter Wärmeabgabe,
d) durch besonders entwickelte Lote.

Zu a): Einen vorzeitigen Verschleiß verhütet z. B. die *Wendel-Flachlötspitze* **(Bild 4.74–1)**, die im Heizkörper nicht festbrennt und auch bei jahrelangem Gebrauch formfest bleibt. Etwaiger Zunder im Heizkörper fällt nach kurzer Drehung der Lötspitze mittels einer Flachzange in den Wendelkanal und läßt sich somit leicht ausschütteln. Die Lötschneide ist am Ende schräg abgeschnitten und kann beim Löten nach Belieben flächig linear und punktal aufgesetzt werden. Zum Reinigen braucht man diese Spitze nur von Zeit zu Zeit leicht abzuschmirgeln.

Zu b): Für den Dauerbetrieb hat man auch Lötspitzen aus anderen Metallen oder mit besonderer Oberflächenbehandlung geschaffen, die eine recht hohe „Standfestigkeit" aufweisen.

So gibt es bei *Lötring* eine Lötspitze aus massivem Reinnickel **(Bild 4.74–2)**, die chemisch widerstandsfähig ist und eine gute Haftfähigkeit für Lötzinn besitzt. Die geringere Wärmeleitfähigkeit von Reinnickel gegenüber Kupfer wird hier durch die Heizanordnung wettgemacht; der Heizwiderstand liegt nämlich im Hohlraum der Lötspitze. Wahlweise liefert Lötring diese Dauerspitze auch in Elektrolyt-Kupfer, die auf galvanischem Wege „verstählt" wurde.

Ersa liefert für seine Lötgeräte vernickelte Kupferspitzen oder die bewährte eisenplattierte Kupferspitze Ersadur, deren Schaft vernickelt ist. Diese Spitzen bedürfen einer besonderen Pflege und sind auch teurer als die Normalausführungen, zeichnen sich aber durch gute Korrosionsbeständigkeit auch an der Lötfläche aus und haben im Dauerbetrieb die 10- bis 20fache Lebensdauer einer normalen Kupferspitze.

Mentor bietet eine Dauerlötspitze (Typ S) an, deren Kupferleitkern in einen Mantel

Bild 4.74–1 Die Wendellötspitze von Lötring besteht aus einem flachen Kupferband. Die schräg abgesetzte Stirnfläche kann leicht und ohne Querschnittsänderung nachgeschmirgelt werden

Rechts: Bild 4.74–2 Innenbeheizte Lötspitze aus massivem Reinnickel (Lötring)

aus einer Spezialeisenlegierung eingepreßt ist. Diese Spitze ist gegenüber äußeren mechanischen Beanspruchungen besonders robust.

Zu c): Ein anderer Weg, gute Lötstellen zu erhalten, bietet sich in der Verwendung von Niederspannungs-Lötkolben an; sie sind handlich, von geringerem Gewicht und haben den Vorzug, daß die Lötleistung durch Anschluß des Kolbens an verschiedene Anzapfungen des Transformators auf die verschiedenartigen Lötstellen abgestimmt werden kann. Überdies kann in den Lötpausen der Kolben durch Betrieb an einer kleineren Spannung, z. B. 5 V statt 6 V, vorgewärmt bleiben. Lötring liefert z. B. hierfür unter dem Typ T 40 (40 VA) einen Schutztransformator 220/5/6/7 V, Ersa den Typ R 30 mit Schaltstufen für 5/5,5/6 und 6,5 V.

Unter den Lötwerkzeugen mit Temperaturautomatik sei der *Magnastat* von Weller genannt, der eine magnetische Wärmeregelung ermöglicht. Der Lötkolben besteht (im **Bild 4.74–3** von rechts nach links) aus einer Lötspitze mit Heizelement, dem eben erwähnten Magnastaten als Wärmefühler, einem Permanentmagneten und einem Schalter. Bei kalter Lötspitze bewegt sich der Permanentmagnet zum Wärmefühler hin, wodurch der Schalter für das Heizelement geschlossen wird und der Strom die Lötspitze erwärmt. Hat die Spitze die gewünschte Temperatur des danach ausgewählten Wärmefühlers erreicht (charakteristische

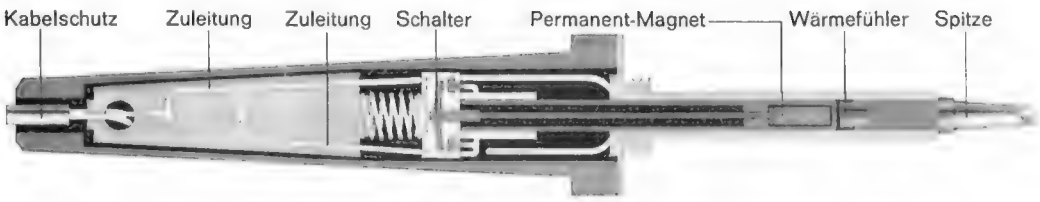


Bild 4.74–3 Magnastat-Lötkolben mit magnetischer Temperaturautomatik (Weller)

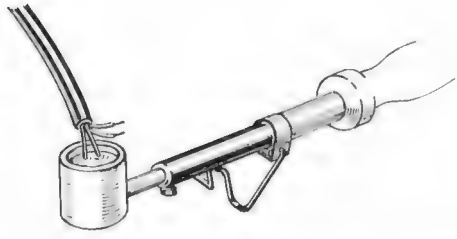


Bild 4.74–4 Topfförmiger Einsatz (Zinnbehälter, Lötbad) (Lötring)

Curietemperatur des entsprechenden ferromagnetischen Materials), fällt der Permanentmagnet ab; er springt zurück und schaltet dabei die Stromzufuhr ab. Wenn sich die Lötspitze dann genügend abgekühlt hat, strebt der Magnet wieder zum Wärmefühler, und der Regelvorgang setzt erneut ein. Die Folge dieser Löttechnik ist, daß die Lötspitze nie zu heiß wird, so daß auch die Flußmittel befähigt sind, stets die sich bildenden Oxydfilme rechtzeitig zu entfernen.

Magnastat-Lötkolben werden in verschiedenen Modellen und wahlweise mit Lötspitzen für Temperaturen von max. 260, 310, 360 und 400 °C geliefert; es gibt solche Kolben für 220 und 24 V. Unter den letztgenannten ist das Modell WT C P1 erwähnenswert, auf dessen Trenntransformator sich gleich ein Lötkolbenhalter und Spitzenabstreifer befindet.

zu d): Bei diesem Verfahren, dem ständigen Verschleiß einer reinkupfernen Lötspitze durch das auf sie einwirkende Zinn zu begegnen (sogenannter Zinnfraß), geht es darum, dem Lot durch bestimmte Kupferzusätze die Eigenschaft zu verleihen, daß die Lötspitzen nicht angegriffen werden (siehe unter 4.746 Lote und Flußmittel).

Bei der Auswahl geeigneter Lötgeräte für den Servicegebrauch kann hier nur auf das Angebot der einschlägigen Hersteller hingewiesen werden. Markennamen sind u. a. Ersa, Lötring, Mentor, Stannol, Weller, Zeva.

Als Richtwerte für Standard-Lötkolben gelten auf Grund der Leistungsaufnahme:

bei Netzspannungsanschluß (220 V) 25 ... 40 Watt

bei Niederspannungsanschluß über Transformator 10 ... 15 Watt

Man beachte, daß der Netz-Lötkolben den VDE-Vorschriften entspricht, stabil gebaut sowie für das Auswechseln von Verschleißteilen, wie Lötspitzen und Heizelementen, bequem zu demontieren ist und mit seinem Griff gut „in der Hand liegt".

Manche Lötkolben gestatten auch das Schweißen und Schneiden thermoplastischer Kunststoffe, Schneiden und Formen von Hartschaum (Styropor), freihändiges Signieren auf Holz, Kunststoffen und Leder sowie das Glätten von Holzfurnieren, indem die normale Lötspitze gegen entsprechende Einsätze ausgetauscht wird. Topfförmige Einsätze ermöglichen kleine Tauchlötungen und das Vorverzinnen von Drahtenden **(Bild 4.74–4).** Spezielle Einsätze für das „Auslöten" werden noch behandelt.

4.743 Lötstifte und Lötnadeln

Für „feine" Lötarbeiten (ggf. unter der Leuchtlupe), z. B. an Platinen mit gedrängtem Aufbau, in Filtern, an den Anschlüssen integrierter Schaltungen usw., bevorzugt

Bild 4.74–5 Lötstift für Netz- oder Kleinspannung (Ersa-Multitip)

Bild 4.74–6 Lötnadel mit innenbeheizter Lötspitze (Ersa-Minor)

man kleine Lötkolben mit kleiner Aufnahmeleistung, aber dennoch hoher Wärmeabgabe. Diese Eigenschaften (hoher Wirkungsgrad) bieten eine innenbeheizte Lötspitze und die genaue Passung zwischen Heizelement und Lötspitze. Ein typischer „Lötstift" solcher Bauart ist der Ersa-Multitip mit Ersadur-Dauerlötspitze **(Bild 4.74–5)**, den es sowohl für Klein- als auch für Netzspannung gibt, und zwar in den Leistungsstufen 8, 15 und 25 W. Die untere Spannung empfiehlt sich für Halbleiterlötungen.

Mentor liefert in dieser Größenordnung Kleinst-Lötgriffel für 220/240 V mit den Leistungsaufnahmen von 10, 15, 20 und 30 W und wahlweise mit vernickelten Kupferspitzen oder mit Dauerlötspitzen. Für Niederspannungen von 5 . . . 7 V bietet derselbe Hersteller Lötgriffel von 15, 20 und 30 W an und unter der Bezeichnung Miniatur-Lötgriffel dann noch Ausführungen mit den Leistungsaufnahmen von 7, 10 und 15 W.

Für „feinste" Lötarbeiten (ggf. unter dem Mikroskop), etwa innerhalb einer Mikroschaltung, nimmt man heute *Lötnadeln* zur Hand, deren Miniaturausgabe, z. B. Ersa-Minor **(Bild 4.74–6)**, für 6 V/5 W und eine Anheizzeit von 20 Sekunden bemessen ist. Die Lötspitze ist an ihrem Ende nur noch 0,1 mm stark, man braucht also auch eine recht ruhige Hand. Der Ersa-Minor wird für 6-V-Transformator- oder Batterieanschluß geliefert. Ein etwa gleiches Modell für 6 V/15 W, jedoch mit umsteckbaren koaxialen Heizelementen verschiedener Formgebung (Huf, Nadel, Meißel, Kugelspitze . . .) erhält man unter der Bezeichnung Pico-Pen von Lötring.

Bild 4.74–7 Ablageständer für Lötkolben und Lötgriffel (Ersa)

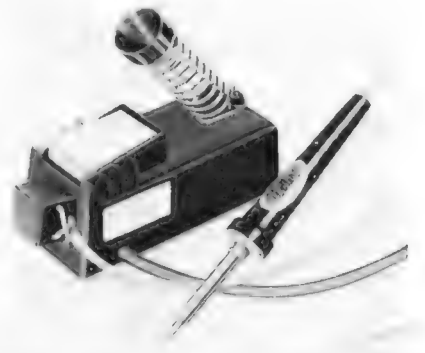


Bild 4.74–8 Lötkolbenablage mit Abstreifer auf dem Netztransformator des Lötgerätes Magnastat WTCP (Weller)

4.744 Lötkolbenablagen

Halter für Lötkolbenablagen – ein Beispiel für den Selbstbau wurde bereits im Abschnitt 2.1 gezeigt – gibt es in verschiedenen Ausführungen. Die einfachste ist ein

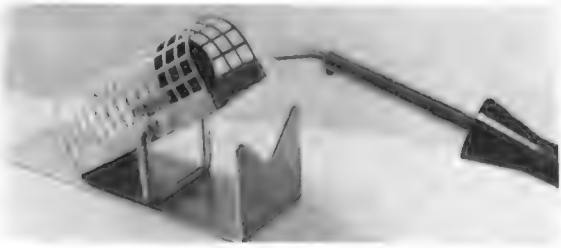


Bild 4.74–9 Schutzablage für Lötkolben (Typ Snap von Lötring)

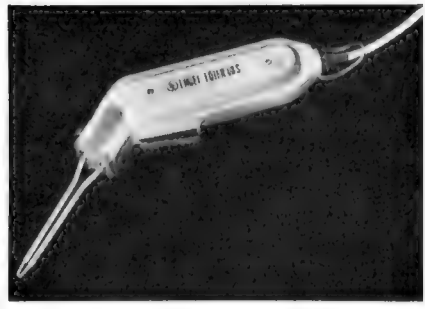


Bild 4.74–10 Schnell anheizendes Lötgerät mit zwei eingebauten Niedervolt-Lampen (Engel-Löter 60 S)

Bild 4.74–11 Lötpistole Weller-Special, Modell 8100 CS 220 V/100 W

Bild 4.74–12 Kombination eines Lötkolbens mit Lötpistole 220 V/80 (150) W, Anheizzeit 10 Sekunden (Ersa-Sprint)

selbstklemmender, schwenkbarer Bügel direkt am Kolbenschaft. Gesonderte Halter haben zur Aufnahme von Lötkolben mit geraden Spitzen trichter- oder zylinderförmige Drahtspiralen, die auf einer stabilen metallenen Fußplatte **(Bild 4.74–7)** oder auf dem Gehäuse eines Kleintransformators **(s. Bild 4.74–8)** befestigt sind. Auf der gleichen Unterlage befindet sich meist ein Viskose-Schwamm oder ein Silicon-Abstreifer für die Lötspitze (Hersteller u. a.: Ersa, Weller). Die Fa. Lötring fertigt schon seit mehreren Jahren eine wippenartige Ablage mit Schutzkorbtrichter an **(Bild 4.74–9)**, der auch Lötkolben mit gebogener Spitze aufnimmt. Eine gleichfalls wippenartig ausgebildete Lötkolbenanlage, jedoch mit wärmeableitender Auflageschale (ohne Schutzkorb), liefert Mentor. Für magnetisch gesteuerte Lötkolben sind solche Halter naturgemäß ungeeignet.

4.745 Lötpistolen

Für schwer zugängliche Lötstellen, stark intermittierenden Betrieb und damit auch besonders für die Anwendung beim Kunden wird gern eine Lötpistole benutzt **(s. Bild 4.74–10** und **11)**. Diese Geräte arbeiten nach dem Prinzip der Erwärmung eines Leiters bei hohen Stromdichten und sind demgemäß nach einer kurzen Anheizzeit von nur wenigen Sekunden arbeitsbereit. Da lediglich die eigentliche Lötspitze erwärmt wird, kann man auch im verborgensten Winkel löten, ohne Gefahr zu laufen, daß außer der Lötstelle noch andere – unter Umständen wärmeempfindliche – Teile erhitzt werden. Der Stromverbrauch von 60 bzw. 100 W beschränkt sich infolge der kurzen Anheizzeit auf die Dauer der tatsächlichen Lötarbeit. Eine weitere Annehmlichkeit sind bei den Lötpistolen der Firmen Ing. E. u. F. Engel, Ing. Dr. Paul Mozar (Mentor) und

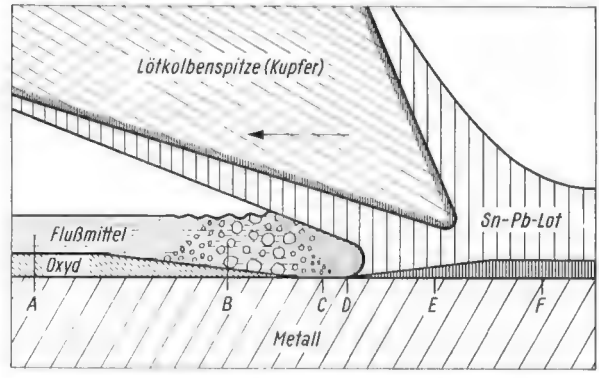


Bild 4.74–13 Wirkung des Flußmittels beim Weichlöten.
Literatur: W. R. Levis, B. Sc. (Lond.) F. R. I. C. „Notes on Soldering" Tin Research Institute.

Weller die eingebauten Niedervoltlampen, die die Lötstellen in ein angenehmes, schattenfreies Licht tauchen. Diese Lichtquelle kann in bequemer Weise auch zum Durchleuchten gedruckter Platten herangezogen werden, sofern sie durchscheinend sind.

Eine Kombination von Lötkolben und Lötpistole stellt das in Bild **4.74–12** gezeigte Lötgerät *Sprint* von *Ersa* dar. Sein Heizsystem besteht aus zwei in Reihe geschalteten Heizelementen, von denen eines als variabler Vorschaltwiderstand dient. Anheizleistung 150 W maximal, Dauerleistung 80 W minimal, Anheizzeit 10 Sekunden.

4.746 Lote und Flußmittel

Für Feinlötungen an elektronischen Geräten, Bauelementen und Leitungen wird als Lot überwiegend eine Weichmetall-Legierung aus 60 % Zinn und 40 % Blei verwendet. Man bedient sich dabei meist der Drahtform in Dimensionen von 1/1,5/2 mm. Dreikantstangen, Breitstangen, Stengel usw. sind im Service nicht üblich. Will man sich das Einstreichen oder Besprühen der Lötstelle mit einem Flußmittel ersparen (siehe weiter unten), so wählt man einen Lötdraht mit Kolophoniumfüllung (die etwa 3,5 % Gewichtsprozente ausmacht).

Was die nähere Beschaffenheit der Lötdrähte anbelangt, um ganz bestimmte Forderungen erfüllen zu können, so sind darüber in den letzten Jahren bemerkenswerte Untersuchungen und Erprobungen angestellt worden. Es entstanden z. B. unter führender Mitwirkung der Zeva Elektr.-Ges., Arolsen, Blei-Zinn-Kupfer-Legierungen (Elsold-Lötdrähte, Hersteller Bleiwerk Goslar), die den chemischen Angriff des Zinns auf kupferne Lötkolbenspitzen wesentlich herabsetzen, so daß deren Lebensdauer mindestens auf das Zehnfache erhöht wird. Die gute Wärmeleitfähigkeit und damit der Wärmeübergang dieser Lötkolbenspitzen läßt sich also voll ausnutzen, sie brauchen nicht mehr wegen des Zinnfraßes präpariert zu werden.

Außerdem wurden für Weichlötungen auf dünnen Silberschichten (z. B. Keramikkondensatoren mit aufgebrannten Silberschichten) Zinn-Blei-Silber-Legierungen (Elsold-Silberschutzlote) entwickelt. Durch die abgestimmten Silbergehalte bleiben die empfindlichen Silberbeläge in normaler Lötzeit erhalten.

Das Flußmittel bezweckt die „chemische Reinigung" der Lötstelle kurz vor ihrem Verzinnen; es beseitigt dabei die mehr oder weniger starke Oxydschicht (Korrosionshaut) die sich an der Oberfläche jeden Materials bildet **(Bild 4.74–13).**

Daß Kolophonium sich hierfür gut eignet und deshalb in bestimmten Lötdrahtsorten enthalten ist, wurde schon gesagt. Nun gibt es Lötdrähte, deren Eigenschaften jeweils ziemlich genau für die verschiedenen Lötaufgaben abgestimmt sind; als Beispiel dafür seien einige Sorten mit aktivierter Kolophoniumfüllung vom Bleiwerk Goslar genannt:

Qualität A 3: Ein ausgesprochenes Schnellot, das die Lötstellen kaum korrodiert,

Qualität C: für völlig korrosionsfreie Lötungen bei 60 % verbesserter Beizwirkung gegenüber reinem Kolophonium,

Qualität C 2: ermöglicht als Weiterentwicklung der Qualität C gleichfalls korrosionsfreie Lötungen; die Beizwirkung des Aktivators ist aber noch erhöht und umfaßt einen größeren Wärmebereich. Es handelt sich hier um einen Speziallötdraht für Nachlötungen auf gedruckten Schaltungen.

Qualität C 3: Der Hersteller garantiert korrosionsfreie Lötstellen bei optimaler Beizkraft.

Qualität Cp und C 3 p: Die hierin enthaltene Kolophoniumfüllung ist ein Spezialflußmittel für die Miniaturtechnik, weil die Kolophoniumzonen an den Lötstellen eine gewisse Plastizität besitzen und bei Erschütterungen nicht abplatzen. Defekte durch abfallende versprödete Kolophoniumteile können also nicht eintreten.

Durch besondere Anordnungen der Flußmittelfüllungen sind die Elsold-Lötdrähte „Fluxpor" und „Perfora" interessant (Alleinhersteller Bleiwerk Goslar). Bei dem Lötdraht Fluxpor ist das Flußmittel in feinen Poren in der Oberfläche des Drahtes eingebettet. Dadurch konnte der Flußmittelanteil auf 0,5 % gesenkt werden. Durch die Verwendung eines Spezialflußmittels C 4 erreicht man korrosionsfreie Lötungen mit absichtlich geringer Ausbreitung. Gut geeignet z. B. auch für Arbeiten an gedruckten Schaltungen.

Der Lötdraht Elsold-Perfo ist ein Röhrenlötzinn, bei dem das Flußmittel durch feinste Querkanäle schon austritt, bevor das Lot schmilzt. Dadurch kommt das Flußmittel noch früher zur Wirkung und erhöht die Lötgeschwindigkeit.

In diesem Zusammenhang seien als weitere bekannte Marken von Lötdrähten *Fluitin-S* von Küppers Metallwerken, Bonn; Stannol-Radiolot und das neuentwickelte Stannol-Lux II von der Stannol-Lötmittelfabrik W. Paff, Wuppertal-Barmen, genannt.

Zur bequemen Handhabung des Lötdrahtes hat Lötring unter dem Namen Zinn-Fix einen Halter herausgebracht, der einem Druckbleistift ähnelt und den Lötdraht wie eine Bleistiftmine aufnimmt und durch jeweiligen Knopfdruck schubweise freigibt.

Als flüssiges Flußmittel beim Verwenden von massiven Lötdrahten wird Kolophonium in reinem (nicht denaturiertem) Spiritus gelöst und vor dem Lötprozeß mit einem Pinsel aufgetragen.

Es seien auch einige säurefreie, nicht wasseranziehende Lötpasten erwähnt, die kriechstromfreie Lötverbindungen ermöglichen:
Stannol-Kontakt-Lötpaste auf Harzbasis für Miniaturlötungen, selbst an Meßgeräten,

Stannol-Elektronik-Lötpaste (Flußmittel mit Lot),

Löthonig, dosierfähig (s. unter 2.37)

Einen sprühbaren transparenten Lötlack, der bei gedruckten Leiterplatten dem Korrosionsschutz dient und zugleich als Flußmittel Korrosionshäute auf den zu verlötenden Teilen und dem Zinn selbst auflöst, gibt es unter dem Markenzeichen Cramolin.

Eines muß betont werden: Für unsere Lötarbeiten sind die besten Lötmittel gerade gut genug, und Erzeugnisse minderer oder gar unbekannter Herkunft sollten wir unbedingt meiden.

4.747 Lötvorgang

Ein Feinlötkolben normaler Bauart von etwa 30 W benötigt zum „Aufheizen", d. h. vom Kaltzustand bis zu dem Zeitpunkt, wo sich an der „Lötfläche" aufgetragenes Lötzinn sofort verflüssigt, 1 . . . 3 Minuten. Nun wird aber in der Werkstatt der Lötkolben bereits betriebswarm oder (bei Unterspannung) vorgewärmt sein.

Die Wahl und Handhabung des Lötkolbens richtet sich nach dem Lötort (gedruckte Leiterplatte, freier Raum, beengter Raum; wärmefeste oder wärmeempfindliche Teile), ferner danach, ob ab-, nach- oder neugelötet werden soll und ob der Lötort bzw. die zu verbindenden Teile blank und neu oder alt und verschmutzt aussehen. Im letzteren Fall

ist immer eine Säuberung angebracht: Rost, Farbe oder Lack werden mit einer kleinen Drahtbürste oder mit Schmirgelleinen entfernt, Schmutz oder Fett mit Alkohol oder einem entsprechenden Spray. Bei Neulötungen sind die zu verbindenden Punkte oder Flächen gut zu verzinnen. Dabei müssen wir beachten, daß das Lot mit dem Flußmittel direkt an die Lötstelle gelangt und nicht vorher an der Lötspitze entlangläuft und dort verdampft, ohne am Werkstück wirksam geworden zu sein **(Bild 4.74–14).** Alsdann setzen wir die Lötspitze möglichst flächig auf die Verbundstelle der zu verlötenden Teile auf, lassen 1,5 bis 2 Sekunden lang Wärme auf jene Stelle übergehen (diese Zeit ist für den einwandfreien Lötprozeß nötig), nehmen die Lötspitze weg und halten die Teile unverrückt bis zum Erstarren des Lötzinns zusammen. Sauberes Arbeiten begünstigt schnelles Löten, es verhindert Überhitzen und Beeinträchtigung der benachbarten Bauelemente. Bei gedruckten Schaltungen ist eine Überhitzung besonders zu vermeiden, da sonst die Gefahr einer Ablösung der Leiterschicht vom Isolierstoff besteht. Überdies werden schon leicht gebräunte Trägerplatten leitend. Sind längere Lötzeiten unumgänglich, so muß für eine gute Wärmeableitung gesorgt werden. Dies gilt in jedem Falle beim Auswechseln wärmeempfindlicher Bauelemente (Dioden, Transistoren usw.).

Mit einer Pinzette gehen wir anders um als mit einer Kneifzange, mit einem Feinlötwerkzeug anders als mit dem dicken Lötkolben von einst. Deshalb sei, bevor auf die spezielle Behandlung gedruckter Schaltungen beim Service näher eingegangen wird, einiges zur Pflege des Lötkolbens gesagt:

Der Lötkolben ist so zu lagern, daß er nicht zu Boden fallen kann. Geschieht dies im Betriebszustand (Kolben angeschlossen oder noch heiß), so kann unter Umständen ein Schluß in der Heizwicklung entstehen.

Eine reinkupferne Lötspitze bedarf besonderer Fürsorge. Sie wird nach der Tagesarbeit aus dem (abgeschalteten und abgekühlten) Lötkolben herausgenommen und

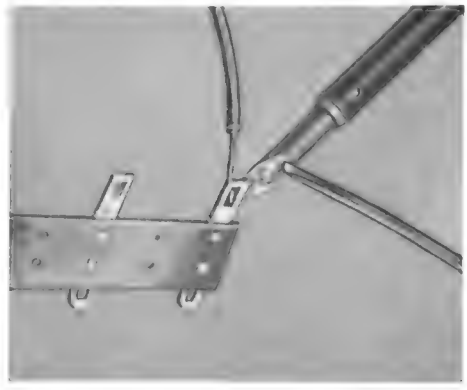


Bild 4.74–14 So wird nicht gelötet! Das Ende des Lötdrahtes muß direkt an die Lötstelle geführt werden

je nach Zustand abgewischt oder saubergebürstet. Bei dieser Gelegenheit entfernen wir gleich etwaige Zunder-(Oxyd-)Reste aus der Kernhülse durch Ausschütteln oder mit einem kleinen Rohrbürstchen. Befolgt man diese Hinweise, dann kann es nicht passieren, daß die Kupferspitze festbrennt.

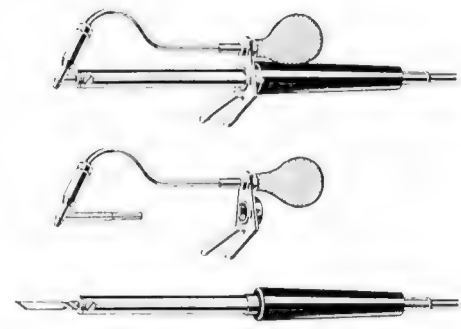
Sollte eine Kupferspitze – etwa durch zu starkes Einspannen in einem Schraubstock – deformiert sein, so feilen wir sie nur soweit nach, wie unumgänglich nötig. Dagegen können wir das Kupferstück beliebig an der Spitze hämmern, aber: nicht unnötig lang ausziehen, die Lötleistung nimmt dann sehr schnell ab und wird unter Umständen zu gering; die Wärme staut sich, die Kupferspitze zundert mehr als normal. Die einfach schräg abgeschnittene Ovalform ist am vorteilhaftesten.

Die enge Bauart und die geringen Wandstärken der Feinlötkolben verlangen zur Vermeidung von vorzeitigem Verschleiß, daß die Lötspitze während der Beheizung im Heizelement verbleibt und keinesfalls, auch nicht teilweise (etwa zur Verlängerung oder gar zur Wärmeregulierung!), herausgezogen wird. Müssen wir es zum Säubern oder Nacharbeiten herausnehmen, dann schalten wir vorher, wie schon erwähnt, den Strom ab.

Wir passen auf, daß nicht das Flußmittel oder dergleichen an der Lötspitze herunter

Links: Bild 4.74–15 Entlötkolben für Einhandbedienung, lieferbar für Netz- oder Kleinspannung (Ersa)

Rechts: Bild 4.74–16 Saugentlöter Picofit mit Lötstütze, umwandelbar als Feinlöter mit Wendelspitze (Lötring)



und womöglich in die Kernhülse läuft. Die Reststoffe verbrennen bzw. verkohlen dann, bilden Krusten und erschweren oder verhindern ein Herausnehmen der Spitze.

Sitzt die Lötspitze infolge unvorsichtiger Handhabung doch einmal fest, so nehmen wir lieber die Einsendung an die Fabrik in Kauf, statt durch Gewalt (z. B. Einspannen in den Schraubstock) den Lötkolben noch mehr zu gefährden.

Die Lötspitze lassen wir in der Ablage an der Luft abkühlen. Schnellere Kühlung verschafft die Ablage auf einem größeren Metallstück. Achtung, keinesfalls in Wasser abschrecken!

4.748 Entlötgeräte

Das Auslöten von Bauelementen an gedruckten Leiterplatten mit dem herkömmlichen Feinlötkolben ist keine angenehme Aufgabe, zumal wenn es sich um Bandfilter, Röhrenfassungen, Miniaturbausteine oder integrierte Schaltungen handelt. Die Schwierigkeit liegt im Entfernen des geschmolzenen Zinnes. Man kann zwar mit einem harten kurzborstigen Pinsel die erwärmten Lötstellen vom Zinn befreien, doch wird dann die Umgebung der Lötstellen mit Zinnresten verunreinigt. Das zwingt den Servicetechniker, auch die Leiterplatten zu säubern, damit keine Leiterbahnschlüsse entstehen. Nicht selten löst sich bei dieser Arbeitsweise durch allzu langes Erwärmen der Lötstellen eine Leiterbahn ab, die dann mühsam wieder auszubessern wäre.

Nun gibt es aber seit etwa 1965 Entlötgeräte, die solche Aufgaben sehr erleichtern.

Eine Gruppe von ihnen umfaßt die *Absaugevorrichtungen* (Vakuumpumpen mit Kolben oder Saugball), die stets gesondert neben dem Lötkolben benutzt werden und daher beide Hände beanspruchen.

Zu der anderen Gruppe zählen *Kombinationsgeräte*, die sowohl ablöten als auch das Zinn entfernen, und zu deren Betätigung man nur eine Hand braucht. Empfehlenswert sind u. a. folgende Fabrikate:

Ersa-Entlötkolben (220 V oder 6 V). Dieses Gerät **(Bild 4.74–15)** besteht aus einer Saughülse mit Handbetätigung und einer innenbeheizten Entlötspitze. Im gespannten Zustand des Kolbens erhitzt die Spitze das Zinn der zu entlötenden Stelle. Beim Betätigen eines Auslöseknopfes gelangt das flüssige Zinn in die Entlötspitze. Durch erneutes Spannen entleert sich die Entlötspitze wieder.

Lötring-Picofit. Kombiniertes Entlöt- und Lötgerät mit Absaugevorrichtung: (Mundstück, Saugrohr, Gummibalg) und umsteckbaren Löteinsatz 6 V/20 W oder 220 V/40 W **(Bild 4.74–16)**. Seine Konstruktion beruht auf der Erkenntnis, daß das Schmelzen und Abheben eines kleinen Zinntropfens von der Lötstelle nur eine verhältnismäßig klei-

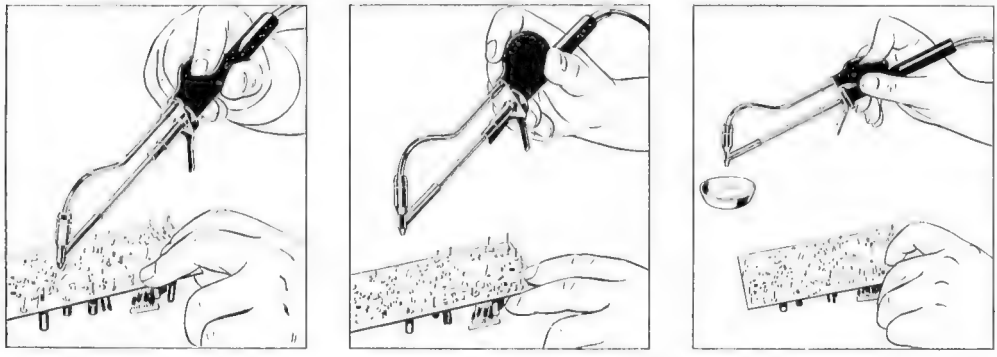


Bild 4.74–17 Arbeitsweise des Saugentlöters: a) mit gedrücktem Ball auf Lötpunkt, b) Ball freigeben, Mundstück wegnehmen, c) ausblasen und weiter wie a)

ne thermische und mechanische Energie verlangt **(Bild 4.74–17a, b, c).** Viel Lot am Kontakt fördert eher die Saugkraft; es schließt die Saugkammer gegen Nebenluft ab. Umgebogene Kontaktdrähte kann man mit dem Mundstück hochbiegen und dann entlöten. Zum gelegentlichen Reinigen verwendet man Spiritus, einen Lappen, auch eine Bürste, aber keine Feile! Rückstände von Lötlack oder dergleichen in der Düse lassen sich meist mit einem Draht (Büroklammer) entfernen. Die Kombination ist auch in einer Kassette erhältlich.

Lötring-Entlötpistole Pico (220 V/40 W). Die gespannte und dann beim Loslassen des Griffes vorschnellende Stahlspitze **(s. Bild 4.74–18)** treibt die flüssigen Lötreste aus der Bohrung der Trägerplatte (auch bei doppelt durchkaschierten Platten). Umgebogene Drahtspitzen kann man auch hier mit dem Mundstück mühelos aufrichten. Anheizzeit ca. 2 Minuten. Bei starren, mehrpoligen Anschlüssen ist ein Saugentlöter zu benutzen.

Mentor-Entlötpistole Vacubit (220 V/30 W). Dieses Gerät gleicht sich in seinem Aussehen der Pistolenform an. Nach Einstecken des Schuko-Steckers in die Steckdose ist es nach kurzer Zeit betriebsbereit. Zunächst wird der Spannkopf betätigt, dann führt man die Spitze an die zu lösende Lötstelle, erwärmt diese kurz, drückt die Auslöstetaste, und das Zinn wird in einen in der Pistolenschale befindlichen Behälter abgezogen. Die Lötstelle ist freigesetzt, das defekte Bauteil wird entfernt, das Ersatzteil eingesteckt und mit dem gleichen Gerät eingelötet.

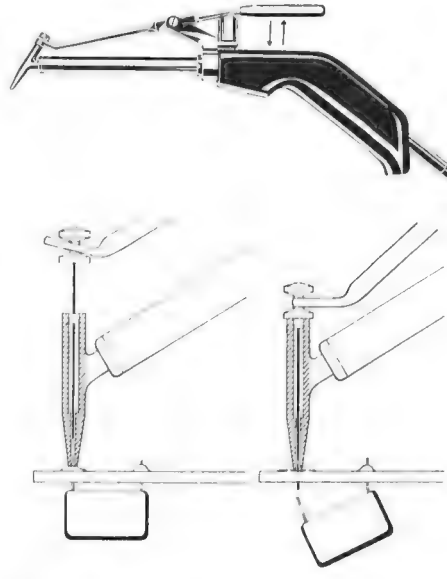


Bild 4.74–18 Entlötpistole, Pico 3481, zum Auslöten und Ausschießen von Bauteilen an Trägerplatten (Lötring)

Philips-Vacuum-Lötpistole. Auch dieses Gerät (220 V/35 W) dient vorwiegend dem Entlöten und Absaugen des Lötzinns **(Bild 4.74–19).** Ist die Saugdüse (nach etwa 10 Minuten) aufgeheizt, so wird der Knopf eingedrückt und die Düse auf die Lötstelle ge-

Bild 4.74–19 Vacuum-Lötpistole 800/V, 220 V/35 W (Philips)

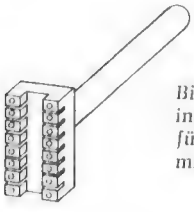


Bild 4.74–20 Auslöteinsatz für integrierte Schaltungen, hier für Typ 32 C1 mit 16 Anschlüssen (Ersa)

Bild 4.74–21 Auslötspitze für IC's Dual in Line, Modell DIL-16 (Magnastat, Weller)

setzt. Nach Betätigen des Abzugs wird dann das Lötzinn vollständig abgesaugt.

Exklusive Entlöter (ohne angebaute Lötkolben), die nach dem Prinzip einer Saugpumpe mit Zylinder, Kolben und Spannfeder arbeiten, stellt außer Ersa u. a. auch Mentor her.

Auslöteinsätze. Für das Auslöten von integrierten Schaltungen (IC's) mit normalen Lötkolben hat inzwischen u. a. Ersa besondere Auslöteinsätze herausgebracht, die anstelle von Lötspitzen in den Kolben eingesetzt werden **(Bild 4.74–20** und **21).**

4.749 Umgang mit gedruckten Schaltungen

Lötarbeiten an gedruckten Leiterplatten erfordern besondere Kniffe und Tricks. Hier seien zunächst die wichtigsten Grundsätze genannt:

Löte möglichst wenig auf der Leiterseite und vermeide Überhitzungen,

Doppelte Vorsicht gilt den doppeltkaschierten Platten,

Vermeide auch beim Entlöten jede Überhitzung,

Sei besonders an den Halbleitern vorsichtig.

1. *Auswechseln von Bauteilen mit zweiseitig herausgeführten Anschlüssen*

Bauteile dieser Art, wie Widerstände, die Mehrzahl der Kondensatoren, mitunter auch kleine Spulen, werden meist nicht wie bei handverdrahteten Schaltungen herausgelötet, sondern nach folgendem Verfahren entfernt und schließlich ersetzt:

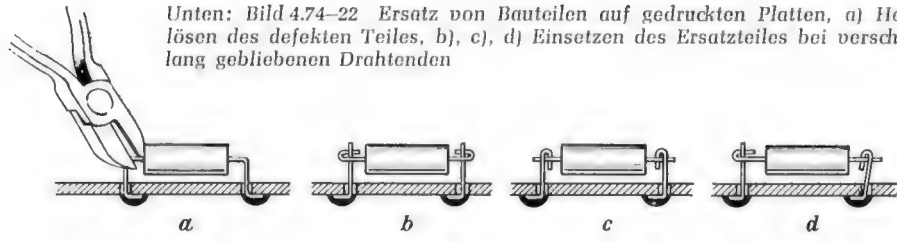
Man schneidet die Anschlußdrähte des defekten Teiles so ab, daß möglichst lange Drahtenden in der Platte verbleiben **(Bild 4.74–22a).** Das Ersatzteil wird nun derart in die Schaltung eingefügt, daß jeweils die kürzeren Enden gerade gerichtet und die längeren Drähte mit einer Rundzange zur Öse gebogen werden, nachdem man sie vorher sauber verzinnt hat. Die sich daraus ergebenden drei Fälle sind in Bild 4.74–22 unter **b, c** und **d** dargestellt:

b) lange Enden am Ersatzteil, kurze Enden in der Platte;

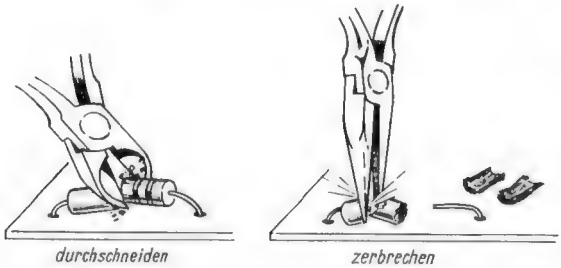
c) kurze Enden am Ersatzteil, lange Enden in der Platte;

d) je ein langes und kurzes Ende an Ersatzteil und Platte.

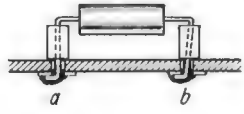
Eine Beschreibung der weiterhin möglichen Fälle, in denen alle Drähte lang oder kurz sind, erübrigt sich, zumal man noch etwas an Leiterlänge gewinnen kann, indem man das defekte Teil nach seiner Halbierung zerbröckelt **(Bild 4.74–23)** und damit



Unten: Bild 4.74–22 Ersatz von Bauteilen auf gedruckten Platten, a) Herauslösen des defekten Teiles, b), c), d) Einsetzen des Ersatzteiles bei verschieden lang gebliebenen Drahtenden



Links: Bild 4.74–23 Zerstörung eines Widerstandes, um möglichst lange Drahtenden zu erhalten



Oben: Bild 4.74–24 Widerstand auf Abstandsröhrchen

die in das Bauteil hineinführenden Leiterenden nutzbar macht. Wichtig sind noch folgende Tips:

Stark belastete Widerstände müssen einen gewissen Mindestabstand zur Platte erhalten **(Bild 4.74–24).** Vorhandene Abstandsröhrchen sind auch beim Auswechseln zu benutzen.

Beim Einlöten des Ersatzteiles darf weder dieses noch die gedruckte Platte überhitzt werden. Um eine solche Gefahr zu vermeiden, kann man sich langschnabeliger Feinmechanikerzangen oder kräftiger Pinzetten bedienen. Ist an mehreren Stellen zu kühlen, leisten Krokodilklemmen – nötigenfalls mit eingesteckten Meßleitungen – zur Wärmeabfuhr wertvolle Dienste. Nach Wegnahme des Lötkolbens belasse man für kurze Zeit diese Wärmeableiter, um sicher zu sein, daß die Wärme völlig abgeführt wurde.

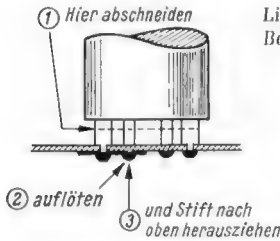
2. *Auswechseln von Bauteilen mit einseitig herausgeführten Anschlüssen*

Im Gegensatz zu den vorher erwähnten Arbeiten ist es bei einseitig befestigten Bauelementen notwendig, auch auf der Leiterseite der gedruckten Platte zu löten.

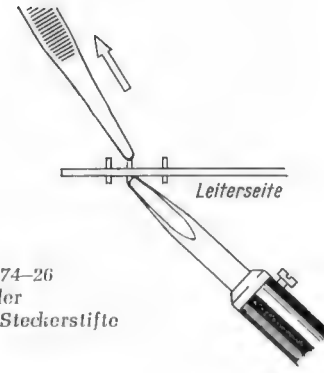
Bevor man darangeht, das Bauteil aus der Schaltung zu lösen, sollte man danach trachten, möglichst viel Lötzinn von der Lötstelle zu entfernen. Dies kann einmal dadurch geschehen, daß man mit dem Lötkolben Lötzinn abzieht (eventuell Lötstelle nach unten halten – Ausnutzung der Schwerkraft), zum anderen, indem man mit einem kleinen Drahtpinsel das flüssige Lot entfernt. Die elegantere Methode, das geschmolzene Zinn zu beseitigen, ist natürlich der Gebrauch eines der vorbeschriebenen Entlötgeräte.

Wenn nach dieser Behandlung das Bauelement nicht schon frei wird, so richtet sich die weitere Arbeit danach, ob das Teil hochsteht (Steckausführung, Beinchen, lange Lötfahnen) oder bündig mit der Platte aufsitzt (Rastausführung, snap-in). Für den ersteren Fall wird nach Abzwicken des Bauteiles jeder der in der Platte verbleibenden Stifte einzeln herausgelötet und mit einer Pinzette entfernt **(Bild 4.74–25** und **26).** Im zweiten Fall ist durch ringsum fortschreitendes Verkanten des Bauteiles und gleichzeitiges Erwärmen der entsprechenden Lötstellen das defekte Teil behutsam aus der Schaltung zu entfernen.

Wesentlich bequemer wird das Arbeiten, wenn durch spezielle Einsätze des Lötkolbens mehrere Lötstellen zugleich erwärmt werden können.



Links: Bild 4.74–25 Entfernen eines Bauteiles in Steckausführung



Rechts: Bild 4.74–26 Herauslöten der verbliebenen Steckerstifte

Bild 4.74–27 Elektrolytkondensator (Steckausführung)

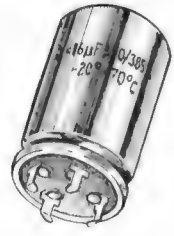


Bild 4.74–28 Elektrolytkondensator (Rastausführung)

Im folgenden sollen nun häufige Fälle aus der Praxis einzeln behandelt werden:

Elektrolytkondensatoren (Becherform) sind durch entsprechenden Schnitt der Anschlußlötfahnen (Steckausführung DIN 41 318) so auf der Leiterplatte montiert, daß sich ein räumlicher Abstand zwischen Kondensator und Platine **(Bild 4.74–27)** ergibt. Bei anderen Typen (Rast-, Snap-in-Ausführung DIN 41 319) findet man federnde Anschlüsse **(Bild 4.74–28)**, die beim Einsetzen in die Aussparungen der Druckplatte einrasten und dann verlötet werden. Erstere wechselt man aus, indem man mit einer kleinen Blechschere (z. B. der Universal-Augenschere Nr. 2707 von Belzer) die Anschlüsse einzeln durchschneidet und dann die stehengebliebenen Enden nach Auflötung in Bestückungsrichtung herauszieht. Bei Rastausführungen geht man so vor, daß mit Hilfe eines untergeschobenen Schraubendrehers und gleichzeitigem Auflöten des nächstgelegenen Anschlußpunktes der Kondensator schon teilweise herausgehoben wird. Der Reihe nach können wir nun bei den verbleibenden Anschlüssen in gleicher Art verfahren, bis der Kondensator völlig freigelötet ist.

Dieselben Arbeitsmethoden lassen sich auch bei Übertragern und Bandfiltern anwenden. Hier ist jedoch zu beachten, daß diese Baueinheiten oft mit Schränklappen befestigt sind, die dann verlötet wurden. Wir entfernen vorsichtig das Lötzinn an den Schränklappen und richten diese gerade. Anschließend wird durch vorsichtiges Anheben der Baueinheit mit dem Schraubendreher bei gleichzeitiger Erwärmung der zugehörigen Lötstellen nach und nach das ganze Teil gelöst. Besteht die Baueinheit (wie in **Bild 4.74–29)** aus voneinander unabhängig verlöteten Einzelstücken, z. B. ein Bandfilter mit seiner Abschirmhaube, so verfahren wir entsprechend den vorgenannten Methoden und lösen Abschirmhaube und Filter nacheinander heraus.

Als Grundsatz gelte – wie stets bei der gedruckten Platte:

Lieber das defekte Bauelement zerstören als durch übermäßiges Erwärmen die Leiterplatte beschädigen.

Bei Fehlern an Röhrenfassungen braucht in den meisten Fällen nicht die gesamte Fassung ausgewechselt zu werden. Es hat sich vielmehr ein anderer Weg als vorteilhaft erwiesen. Mit einer kleinen Handbohrmaschine wird von oben der Nietrand des Abschirm- und Halterohres aufgebohrt. Der Fassungskörper läßt sich dann nach oben

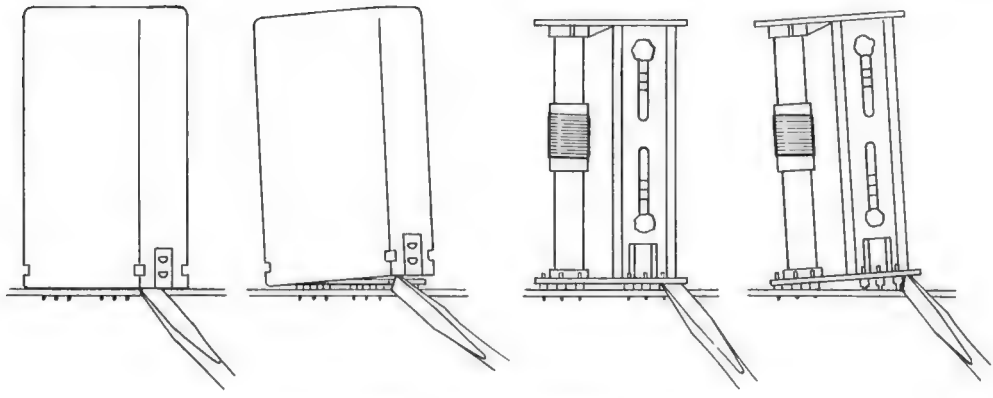


Bild 4.74–29 Herauslöten eines Bandfilters

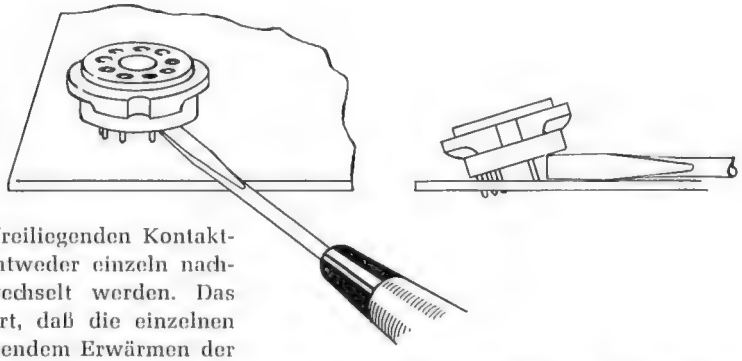


Bild 4.74–30 Entfernen einer Röhrenfassung

wegziehen. Die jetzt freiliegenden Kontaktfedern können nun entweder einzeln nachjustiert oder ausgewechselt werden. Das Auslöten erfolgt derart, daß die einzelnen Federn nach entsprechendem Erwärmen der Lötstelle in Richtung der Bestückungsseite herausgezogen werden. Will man von einem generellen Austausch absehen, so wird nach dem Reinigen und Justieren der Federn der Fassungskörper wieder aufgesetzt und das Abschirmröhrchen mit Lötzinn zugelötet.

Muß von vornherein die gesamte Röhrenfassung entfernt werden, so gibt es verschiedene Methoden dafür. Man kann z. B. die Klinge eines Schraubendrehers flach unter den Rand der Fassung schieben **(Bild 4.74–30).** Dann wird durch vorsichtiges Verkanten des Schraubendrehers der Fassungskörper von der gedruckten Platte abgehoben. Dabei zerreißen die Kontaktfedern, und der Körper läßt sich vollends entfernen. In bestimmten Fällen (bei Röhrenfassungen aus Preßstoff) kneift man die Anschlußfedern einfach ab und zieht dann das Oberteil heraus. Bei Röhrenfassungen aus Keramik bedient man sich eines kräftigen Seitenschneiders, dessen eine Backe in das Mittelröhrchen und dessen andere Backe um den Außenrand greift. Vorsichtiger Druck läßt die Fassung leicht zerspringen. Die in der Platte verbliebenen Kontaktfederreste können nun einzeln ausgelötet werden, indem man sie mit einer Pinzette oder Flachzange nach oben abzieht, während man die entsprechende Lötstelle an der Leiterseite erhitzt. Sollte hierbei die Öffnung durch das fließende Zinn ausgefüllt werden, so können wir sie mit einem passenden Stahldraht, z. B. einer Büroklammer, unter Erwärmung der Lötstellen oder des Stahldrahtes wieder freimachen, zweckmäßig von der Leiterseite, damit die Folie nicht beschädigt wird (handlicher ist ein Entlötgerät!). Danach kann der neue Sockel eingesetzt und nach Umbiegen der Anschluß-

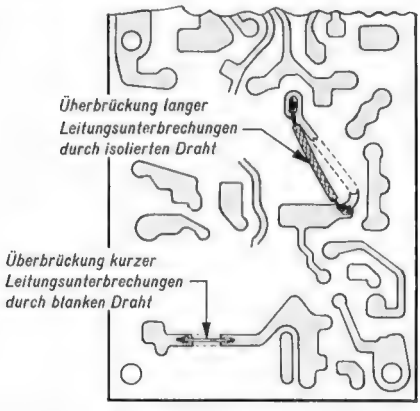


Bild 4.74–31 Reparatur an gedruckter Platte bei verletzten Leitungszügen

drähte und vorsichtigem Andrücken angelötet werden.

3. *Sonstige Arbeiten an der gedruckten Platte*

Manchmal müssen im Verlauf der Service-Arbeit Ströme gemessen werden. In der konventionellen Verdrahtung ist dies durch Auftrennen des entsprechenden Leiterzweiges ohne weiteres möglich. In gedruckten Schaltungen umgehe man die Strommessungen durch Messung des Spannungsabfalles an einem bekannten Widerstand (zum Beispiel am Anodenwiderstand). Läßt sich eine Leiterauftrennung nicht vermeiden, so führen wir sie mit einer scharfen Rasierklinge durch, ohne benachbarte Leiter zu beschädigen. Die Trennstelle kann dann nach der Messung mit einem kurzen, darüber gelöteten blanken Drahtende – ähnlich wie bei einer kleinen Unterbrechung – überbrückt werden **(Bild 4.74–31).** Brükken aus Lötzinn sind zu vermeiden.

Sollten sich bei unsachgemäßem Umgang mit Leiterplatten, also durch Überhitzung oder starke mechanische Beanspruchung, größere Leiterabschnitte von der Hartpapierplatte ablösen, so lassen sich derartige Unterbrechungen notfalls mit einem Leitlack ausbessern (gut bewährt hat sich *Auromal 35* der Firma Dürrwächter, Pforzheim), oder der Leitungszug wird durch einen isolierten

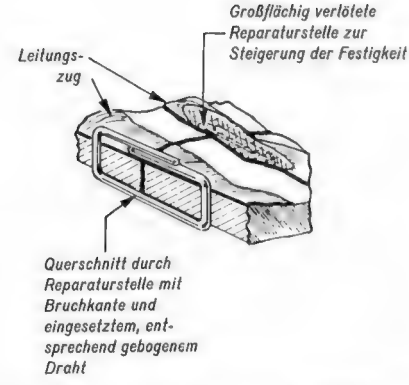


Bild 4.74–32 Reparatur an einer gebrochenen Leiterplatte

Draht entsprechender Länge ersetzt (Bild 4.74–31).

Wenngleich die gedruckten Leiterplatten mechanisch sehr widerstandsfähig sind, so kann es doch vorkommen, daß eine Platte Risse bekommt oder gar gebrochen ist. Ein leichter Riß läßt sich durch einen Zwei-Komponenten-Kleber wie etwa UHU-plus leicht beheben. Ein solcher Kleber hilft zwar auch bei einem Bruch der Platte, jedoch sind noch zusätzliche Maßnahmen nötig, um eine genügende Festigkeit zu sichern. Eine dieser Möglichkeiten besteht darin, kleine Löcher beiderseits des Bruches durch die Leiterzüge zu bohren – wobei darauf zu achten ist, daß kein Bauteil beschädigt wird –, durch die ein U-förmig gebogener Draht gesteckt wird, der auf der Leiterseite zusammenzubiegen und zu verlöten ist **(Bild 4.74–32).**

Die Leiterplatten werden im Herstellungswerk nach Durchlaufen der Kontrolle mit einem Korrosionsschutzlack imprägniert. Diese Lackschicht wird bei Reparaturen in der Umgebung der Lötstellen durch mechanische und thermische Einflüsse zerstört. Nach der Reparatur müssen wir solche Stellen frisch verlacken. Allerdings sei vor Verwendung „irgendeines" Lackes dringend gewarnt. Viele Lacke enthalten saure Bestandteile, die dann die Leiterplatte nicht vor Korrosion bewahren, sondern sie geradezu herbeiführen. Empfehlenswert sind der Cra-

molin-Lötlack, der *farblose Schutzlack Z 175* der Firma Eduard Leiß, Landshut/Bayern, oder eine Lösung von *Lötschutzlack* der Firma Zeva, Kassel, in reinem Spiritus. Brennspiritus ist ungeeignet.

4.75 Fehlerbeseitigung an Gehäuseoberflächen und Zierteilen

4.751 Vorbemerkungen

Durch Transporteinwirkungen, unsachgemäße Behandlung, Witterungseinflüsse u. ä. kommt es häufig, vor allem an großen und sperrigen Gehäusen, zu *Oberflächenschäden*. Sie lassen sich mit etwas Übung und Sachkenntnis so ausbessern, daß die Fehlerstellen fast immer unsichtbar werden.

Während die Oberflächen der Gehäuse in matter Ausführung meist mit Lacken auf Nitrobasis gespritzt werden, sind die polierten Gehäuse mit Polyesterlack behandelt.

Neuerdings werden in steigendem Maße Kunststoff- oder Holzgehäuse mit bedruckter Oberfläche verwendet. Diese Maserdrukke zeigen ausdrucksvolle Furnierarten, die man von echten Furnieren fotografiert und durch Ätzen auf Stahlzylinder übertragen hat. Besonders gute Drucke entstehen bei mehrfarbiger (z. B. dreifarbiger) Ausführung. Das Druckverfahren für Gehäuseoberflächen hat u. a. dann seine großen Vorzüge, wenn es für Bausteingeräte angewendet wird, die räumlich benachbart aufgestellt werden und hierbei optisch einheitlich wirken sollen. Solch einheitliches Aussehen wäre beim Verwenden von Originalfurnieren in Serienfertigung kaum zu erreichen.

Bei den neuen „Maserdruckverfahren" werden die Kunststoff- oder Holzoberflächen vor dem Mehrfarbendruck im gewünschten Ton eingefärbt. Nach dem Druck erfolgt eine farblose Schutzlackierung. Solch eine Oberflächenbehandlung ist bei sorgfältiger Ausführung oft selbst vom Fachmann auf den Ursprung hin nicht erkennbar. Manchmal kann man mit einer Lupe feststellen, daß bei einem Holzgehäuse die Poren des unterlegten Furniers anders verlaufen als die „Poren" des Druckbildes.

Durch das Druckverfahren hat man die Möglichkeit, auch nach einem längeren Zeitraum zueinander passende Teile zu bekommen. Überdies kann man bei gleichfarbiger Bedruckung von Kunststoffoberflächen den Werkstoff konstruktiv voll ausnutzen

Leider haben alle diese neuen Verfahren auch einen Nachteil: Beschädigungen der Oberflächen sind etwas schwieriger zu beseitigen als bei Originalfurnieren.

In den nachstehenden Betrachtungen wird davon ausgegangen, daß die Servicewerkstatt für Gehäuseaufbesserungen keine maschinellen Einrichtungen aufweist. Rationeller und weniger anstrengend ist der Gebrauch einer *Handschwabbel*.

Für das *Ausbessern einer Oberfläche* sind grundsätzlich folgende Arbeitsgänge notwendig:
Abschleifen der entstandenen Unebenheiten,
Ausfüllen von Dellen und Splitterstellen mit geeigneten Füllmitteln,
Polieren der restaurierten Oberfläche.

Hierzu benötigen wir *Schleifpapier* mit den Körnungen 320, 400, 500 und eventuell 600 (wobei der Grad der Feinheit mit der Größe der Zahl ansteigt), ferner eine Stange *Schellack*. Schäden an hellen nitrolackierten Gehäusen müssen vorher mit *Füllack* (eingedickter Nitrolack) ausgelackt werden. Außerdem sollte man ein Fläschchen *Spiritus-Tusche* von entsprechender Farbe bereithalten, die man je nach Bedarf der benötigten Gehäusefarbe verdünnen kann. Mit einem *Tuschpinsel*, etwa Größe 3, läßt sich dann bei etwas Geduld die schönste Maserung nachbilden. Kleinere Stellen können auch mit einem Farbstift (Faber-Gold) ausgebessert werden. Wichtig für unsere Arbeit sind noch *Polierballen*, die wir gesondert aus Baumwolltrikotage und aus Leinen selbst herstellen können. Der Polierballen soll nur so groß sein, daß man bequem und schnell mit ihm umgehen kann.

Achtung! Gebrauchte Polierlappen bewahrt man aus Gründen der Brandgefahr nur in verschlossenen Behältern auf.

Bei manchen Gehäuseoberflächen zeigen sich graue Flecken oder Ringe (von Gläsern o. ä.). Diese Fehler sind leicht mit dem Clou-Grauentferner zu beseitigen.

Die benötigten Ausbesserungsmittel können nahezu in jedem Geschäft für Hobby-Bedarf bezogen werden. Außerdem halten die Kundendienst-Abteilungen einzelner Gerätehersteller eine sorgfältig zusammengestellte *Lack-Apotheke* bereit, die speziell auf die von ihnen verarbeiteten Lacke abgestimmt ist. Vor dem Ausbessern von Gehäuseschäden sollte man stets die entsprechende Kundendienstanweisung lesen. Dies gilt im besonderen Maße für Arbeiten mit Polyesterlack.

Vorteilhaft ist die Beschaffung folgender Mittel:

Die Lackapotheke der Service-Werkstatt

für *Oberflächen mit Nitrolack*

1. ein Fläschchen Abpolierwasser (Polish)
2. ein Fläschchen Deckpolitur (Nitrolack)
3. ein Fläschchen Polier-Spiritus 96 %
4. ein Fläschchen Verteilerpolitur (auch für „nachgefallene" Politur)
5. ein Fläschchen Abstreichpolitur (für mattierte, d. h. porenoffene Gehäuse)
6. ein Fläschchen Füllack
7. ein Päckchen Stahlwolle Nr. 00

für *Oberflächen mit Polyesterlack*

8. ein Fläschchen Polyester-Füllack
9. ein Fläschchen Polyester-Härter
10. ein Fläschchen Schnellackpolitur
11. eine Büchse Schleifpaste für Polyesterlack

für *Nitro- und Polyester-Oberflächen*

12. Schleifpapier verschiedener Körnung (320, 400, 500, 600)
13. ein Fläschchen Polieröl
14. einige Fläschchen Spiritustusche für verschiedene Farbtönungen
15. eine Stange Polierpaste (für Handschwabbel)

für *Teakholz-Oberflächen*

16. Teaköl EL 1512 (Lieferant: C. Holzäpfel KG, Ebhausen/Württ.)

für *Kunststoffgehäuse*

17. Reparaturlack sowie ein farblos seidenglänzender Schutzlack für kratzfeste Oberflächen, auch in Spraydosen erhältlich. Lieferanten:
    Lackfabrik Votteler, Munchingen-Stuttgart (Kunstharzlack 2368)
    Nordwest-Chemie, Hannover (Schutzlack 1003)

für *allgemeine Oberflächenbehandlung*

18. Spraydosen verschiedener Art
    (Lieferant Alfred Clouth, Offenbach a. M., in jedem Geschäft für Hobbybedarf erhältlich)
    Glanzlack, farblos
    Glanzlack, transparentfarbig in verschiedenen Farbtönen
    Seidenmattlack
    Mattlack
    Grauentferner
    Farbstift Faber-Gold
    Möbelfinish, Typ 2257 (Lieferant T. Votteler)

Vorsicht! Viele dieser Mittel sind feuergefährlich! *Die Positionen 8 und 9 sind mit Umsicht zu behandeln, wobei vor allem die Augen geschützt werden müssen. Bei der Verwendung von Spraydosen sind unbedingt die Behandlungsvorschriften zu beachten.*

Der Ansatz von Polyester-Lacken soll nur in Glas- oder Porzellan-, notfalls in gut emaillierten Blechgefäßen erfolgen. Ist der Lack mit dem Härter versetzt, beginnt er nach ca. 20 Minuten auszuhärten und läßt sich später nicht mehr aus dem Gefäß entfernen. *Es empfiehlt sich, sofort nach Beendigung der Arbeit das Gefäß mit Nitroverdünnung zu säubern.*

Zur *Unterscheidung der Oberflächen* stempeln einige Hersteller in die Gehäuse, die Polyesterlackflächen aufweisen, ein P, PE oder Poly. Fehlt dieses Kennzeichen oder kommt eine gemischte Verarbeitungsweise zur Anwendung, so ist vor Beginn der Arbeiten eine *Lackprobe* durchzuführen. Man bringt einen Tropfen Nitroverdünnung zunächst an eine nicht sichtbare Stelle der

auszubessernden Oberfläche. Wird diese an- bzw. aufgelöst, so handelt es sich in keinem Fall um Polyesterlacke.

4.752 Ausbesserung von Nitro-Oberflächen

a) *Aufglänzen unansehnlicher Oberflächen*

Ein Trikotballen wird mit Polish so getränkt, daß er nicht tropft. Dann reibt man mit ihm in kreisender Bewegung über die aufzuglänzende Oberfläche, wobei man den Ballen kräftig aufdrückt, bis er völlig ausgetrocknet ist. Nun wird mit einem sauberen, trockenen Ballen auf Hochglanz nachpoliert.

b) *Leichte Kratzer und Druckstellen*

Mit Schleifklotz und Schleifpapier, Körnung 400 oder 500, werden die Kratzer bzw. Druckstellen sorgfältig ausgeschliffen. Dann bringen wir etwas Verteilerpolitur auf einen Trikotballen und verreiben diese so lange, bis sämtliche Schleifspuren unsichtbar sind. Jetzt muß die bearbeitete Stelle gut austrocknen, damit sie nicht weiß wird. Anschließend setzt man Deckpolitur mit 96%igem Polier-Spiritus im Mischungsverhältnis 1:2 an. Ein mit Leinenstoff bezogener Polierballen wird mit dieser Lösung getränkt und wieder in kreisender Bewegung über die schadhafte Fläche geführt, bis sie einen satten Glanz angenommen hat und der Ballen völlig trocken ist. Hierbei ist strengstens darauf zu achten, daß man den Ballen nicht still hält oder gar auf der Oberfläche liegen läßt. Man darf zu Beginn des Poliergangs auch keineswegs Polieröl verwenden, da sonst die Fläche grau wird. Erst nach mehrmaligem Überpolieren der Fläche mit der verdünnten Deckpolitur können einige Tropfen Polieröl zugegeben werden, um den einmal erreichten Glanz zu erhalten. Zum Abschluß wird wie unter a) verfahren, um das Polieröl zu entfernen.

c) *Größere Vertiefungen, die die Holzoberfläche noch nicht beschädigt haben, z. B. tiefere Kratzer, Schrammen oder Stoßstellen.*

Soweit noch Lacksplitter vorhanden sind, werden sie sorgfältig entfernt. Nun muß man Füllack (Nitrolack, Pos. 6, eingedickt) auf die Schadenstelle tropfen. Nach ausreichender Trockenzeit (ca. 12 Stunden) läßt sich dann mit Schleifpapier, Körnung 320 der Lack glattschleifen. Anschließend verfahren wir wie unter b) und a).

d) *Lackschäden, die die Holzoberfläche bereits angegriffen haben.*

Ausbesserungsarbeiten für diesen Fall sind in der Servicewerkstatt normalerweise nicht durchzuführen; man muß sie entweder von qualifizierten Fachkräften vornehmen lassen oder das betroffene Gerät (evtl. nur das Gehäuse) zum Aufbessern an den Hersteller einsenden.

e) *Mattglanzgehäuse auffrischen*

Schäden werden zunächst wie unter d) und c) behandelt. Dann gibt man auf einen Polierballen Abstreichpolitur ohne Öl (!) und streicht ihn jeweils in Maserungsrichtung. Anschließend wird nach kurzer Trokkenzeit (etwa 10 bis 20 Minuten) mit Stahlwolle 00 wieder in Maserungsrichtung gestrichen, wodurch der frühere Seidenglanzeffekt zutage tritt.

4.753 Ausbesserung von Polyester-Oberflächen

a) *Aufglänzen*

Diese Arbeit wird wie unter 4.752 a) vorgenommen.

b) *Leichte Kratzer, Schrammen und Druckstellen* **(Bild 4.75–1).**

Diese werden mit Schleifpapier, Körnung 400 oder 500, (naß) ausgeschliffen und hiernach mit Schleifpaste und einem Filzklotz durch Schleifen in Maserrichtung entfernt. Zweckmäßig ist die Verwendung einer Handschwabbel. Anschließend verfährt man wie unter a).

c) *Größere Lackschäden (z. B. tiefere Kratzer, Schrammen oder Stoßstellen* – Bild 4.75–1 und **4.75–2**).

Zunächst wird die Lackschicht, soweit sie sich gelöst hat, mit einem scharfen Messer kerbartig ausgeschnitten. Anschließend schleift man die Schnittkante und die Umgebung mit Schleifpapier 400 oder 500 matt.

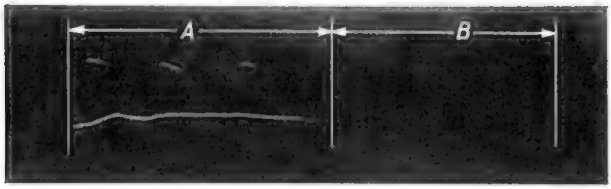


Bild 4.75–1 Polyester-Oberfläche mit langer durchgehender Schramme und mehreren kleinen Kratzern (ohne Furnierbeschädigung). A) vorheriger Zustand, B) Zustand nach Aufarbeitung wie unter Absatz b) und a)

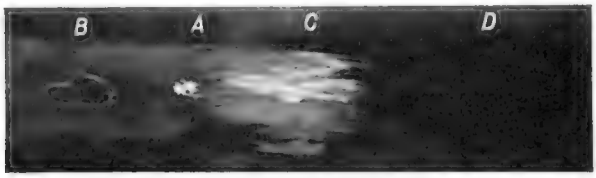


Bild 4.75–2 Polyester-Oberfläche mit Stoßstelle bis auf das Furnier gehend. A) Beschädigung vor der Behandlung, B) Fehlstelle mit Lack und Härter ausgefüllt wie unter Absatz c), C) ausgefüllte Fehlstelle mit Ziehklinge geglättet wie unter Absatz c), D) Weiterbehandlung wie unter Absatz b)

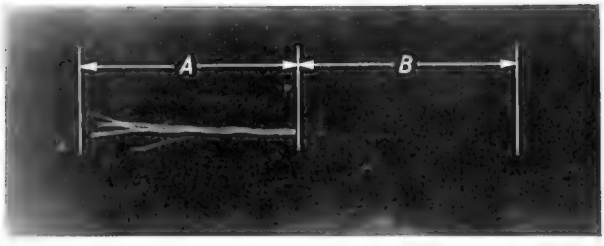


Bild 4.75–3 Polyester-Oberfläche mit sehr tiefem, über die ganze Fläche gehendem Kratzer. A) vorheriger Zustand, B) Zustand nach Aufarbeitung wie unter Absatz c)

Dieser Arbeitsgang ist sehr gewissenhaft vorzunehmen, damit alle Fettreste, die die Haftfähigkeit des Lackes beeinträchtigen, verschwinden. Wird die Holztönung beim Ausschneiden der Schadenstelle angegriffen, so ist sie mit Spiritustusche, der jeweiligen Holztönung angepaßt, mehr oder weniger nachzutuschen. Danach soll die behandelte Fläche gut austrocknen. Anschließend wird unter Beachtung der Arbeitsvorschriften **(Augenschutz)** etwas Lack mit dem Härter vermischt (Mischungsverhältnis je nach Angabe des Lieferanten). Ist der Lack angesetzt, so muß man schnell arbeiten. Er wird mit einem Pinsel reichlich auf die Schadenstelle aufgetragen. Das Gehäuse ist hierbei so zu legen, daß der Lack gut verlaufen kann (Schadenstelle horizontal). Anschließend sind Pinsel und Gefäße rasch mit Verdünnung auszuwaschen. Nach frühestens 10 bis 12 Stunden (z. B. über Nacht) ist der Lack ausgehärtet, und es kann weitergearbeitet werden. Mit einer Ziehklinge, gegebenenfalls einer Vorfeile, schabt man die überstehende Lackschicht ab. Nun wird mit einem ebenen Schleifklotz und 400er Schleifpapier vor- und mit 500er nachgeschliffen, bis eine völlig glatte Fläche entstanden ist. Natürlich ist auch bei sauberster Arbeit noch eine schwache Markierung der Lacknaht zu erkennen. Abschließend wird wie unter b) und zuletzt wie unter 4.752 a) verfahren.

d) *Schäden an mattgebürsteten Flächen.*

Nach Ausbesserung der Flächen wie unter b) bzw. c) wird die ganze Fläche mit Filzklotz und Schleifpaste kräftig abgerieben und evtl. noch mit Bürste und Bimsmehl nachbehandelt. Für sehr matten Effekt genügt das Abreiben mit Stahlwolle 000.

4.754 Nachbehandlung von geölten Teakholz-Oberflächen

Zur Reinigung bzw. Pflege von geölten Teakholz-Gehäusen tränkt man einen weichen Lappen mit Teaköl EL 1512 (siehe Pos. 16 der Lackapotheke) und reibt damit die Oberfläche ein. Anschließend kann diese mit einer starken Haarbürste in Faserrichtung gebürstet werden. Wünscht man eine besonders matte Oberfläche, so wird sie nach dem Einreiben – in noch nassem Zustand –

mit feinem Sandpapier abgeschliffen und mit einem trockenen Lappen in Faserrichtung abgerieben.

Achtung! Gebrauchte Ballen und Lappen sind in gut verschließbaren Blechgefäßen aufzubewahren oder sofort zu verbrennen, da Teakölreste leicht zur Selbstentzündung neigen.

4.755 Ausbesserung von farbigen Holzoberflächen

a) Gehäuse mit verschmutzter Oberfläche wie Fettspuren o. ä.

versucht man zunächst mit einem weichen Tuch, das in einer Pril- oder Rei-Lösung angefeuchtet wurde, zu reinigen. In besonders hartnäckigen Fällen verwendet man ein Spezial-Pflegemittel für Schleiflackflächen (z. B. Typ 2217 der Lackfabrik Theodor Votteler, Munchingen-Stuttgart). Man gibt das Mittel auf einen saugfähigen Trikotlappen und reibt damit die Flächen ein. Sofort anschließend werden diese dann mit einem trockenen Lappen nachgerieben. Dadurch bildet sich auf der Oberfläche ein hauchdünner widerstandsfähiger Film, der auch weiteren Verschmutzungen entgegenwirkt.

b) Blankgescheuerte Kanten und kleine Kratzer

die sich nur an der oberen Schicht des Lackfilms befinden, werden mit einem kleinen Tuschpinsel und dem passenden Nitro-Farblack (z. B. Typ 1989 von Votteler) ausgetuscht. Bei Farbwechsel ist der Pinsel mit Nitro-Lackverdünnung auszuwaschen.

c) Größere Beschädigungen wie Stoßstellen, tiefe Kratzer usw.

lassen sich nicht mehr mit dem Pinsel behandeln. Diese Vertiefungen werden zunächst mit Nitro-Ziehspachtel ausgefüllt, wobei man einen kleinen Spachtel verwendet. Nach dem Trocknen (je nach Tiefe der Schadensstelle: 24 bis 48 Stunden) wird die ausgespachtelte Stelle mit feinem Schleifpapier der Körnung 320 mittels eines Filzschleifklotzes zusammen mit der übrigen Fläche angeschliffen und mit einem Nitro-Farblack passender Farbtönung überspritzt. Dies geschieht am besten mit einer geeigneten Spritzpistole, notfalls mit einer Spraydose. Je nach Bedarf ist der Farblack mit Nitro-Lackverdünnung zu verdünnen.

Nach mindestens 4 Stunden Trockenzeit wird die gesamte Fläche mit Nitro-Hartlack, dem zuvor ca. 3 % Nitro-Farblack des jeweiligen Farbtons zugegeben werden, dünn überspritzt. Auch hier ist der Lack je nach Art des Spritzgerätes bis zu 50 % mit Nitro-Lackverdünnung zu verdünnen. Wir müssen schon sauber und staubfrei spritzen, da eine weitere Nachbehandlung nicht erfolgt. Um die unbeschädigten Seiten des Gehäuses vor dem entstehenden Farbspritznebel zu schützen, werden diese am besten mit Papier abgedeckt.

4.756 Ausbesserung von lackierten oder bedruckten Kunststoff-Oberflächen

a) Blankgescheuerte Stellen und kleinere Kratzer, bei denen nur der farblose Überzugslack leicht beschädigt ist,

werden mit feiner Stahlwolle, Körnung 000, vorsichtig abgerieben und danach der übrigen Fläche angepaßt.

b) Kleine Fehlstellen und Risse, die sich farblich abheben,

sind mit einem feinen Tuschpinsel und der passenden Retuschierfarbe auszutuschen. Den richtigen Farbton mischt man am besten auf einer kleinen Glasplatte, indem man die Retuschierfarbe mit der entsprechenden Spezialverdünnung auf die richtige Farbkonzentration einstellt.

c) Größere Fehlstellen, bis höchstens zur Größe eines Groschens,

schleifen wir mit feinem Schleifpapier der Körnung 320 leicht an. Dann wird die Grundfarbe im entsprechenden Farbton mit einem Pinsel gleichmäßig deckend aufgetragen. Nach dem Trocknen (etwa 1 Stunde) ist die grundierte Fläche, zusammen mit der unbeschädigten Fläche, ganz leicht mit Schleifpapier der Körnung 320 anzuschleifen.

Jetzt beginnt die „Kunstmalerei". Auf unserer Glasplatte stellen wir mit der genau passenden Druckfarbe und der entsprechen-

den Spezial-Lackverdünnung die richtige Farbkonzentration ein und ziehen mit feinen leichten Strichen die fehlende Holzstruktur nach. Dazu gehört natürlich schon einige Übung. In leichteren Fällen genügt das Ausbessern mit dem Farbstift Faber-Gold im entsprechenden Farbton.

Zum Schutz sowohl der farbigen als auch der bedruckten Oberflächen wird ein dünner Überzugslack für Polystyrol (z. B. der Schutzlack 1003 von Nordwest-Chemie, Hannover, oder der Kunstharzlack 2368, antikmatt, von Votteler) am besten mit der Spritzpistole oder aus einer Spraydose aufgetragen. Wir sollten dabei die gesamte Fläche überspritzen. Bei einer Teillackierung ist nach dem Trocknen der Übergang und der entstandene Spritznebel mit Stahlwolle, Körnung 000, auszugleichen, bzw. zu entfernen.

d) Verschmutzte Kunststoffgehäuse
reibt man mit einem weichen Tuch ab, das mit einer Pril- oder Rei-Lösung angefeuchtet wurde; in manchen Fällen genügt auch ein weicher Radiergummi! In besonders hartnäckigen Fällen ist das Möbelfinish 2257 von Votteler (Pos. 18) anzuwenden.

Achtung! Lackierte bzw. bedruckte Kunststoffoberflächen können nur mit einem Speziallack überspritzt werden. Die in der Holzbranche üblichen Lacke sind hierfür ungeeignet.

Sind größere Schadensstellen vorhanden, so wende man sich an die örtliche Vertretung des Geräteherstellers; mitunter kann die Gehäuseoberfläche neu bedruckt werden.

4.757 Auffrischung von Zierteilen

Zum Abschluß sei noch darauf hingewiesen, daß das Auffrischen von Zierteilen (Leisten, Einfassungen, Knöpfen usw.), einige Erfahrungen voraussetzt. Ist z. B. durch einen Test (Kratzer an unsichtbarer Stelle) mit Sicherheit festgestellt worden, daß der Werkstoff aus Messing besteht, so kann man ihn mit *Feinstpolierpaste* (übliche Metallputzmittel) auf Hochglanz bringen. Rückstände der Metallputzmittel entfernt man mit einem Läppchen, das mit Nitroverdünnung angefeuchtet ist. Anschließend wird mit einem trockenen weichen Lappen die Oberfläche gut abgerieben. Zur Erhaltung des Glanzes bestreichen wir die Oberfläche mit einem guten *Zaponlack*, am besten unter Verwendung eines weichen Filzes, der zuvor in den Lack getaucht worden ist. Natürlich sind auch hierbei wieder die Arbeitsvorschriften zu beachten. Ferner müssen wir sehr vorsichtig sein, falls die Gehäuseoberfläche auf Nitrobasis behandelt worden ist. Zapon- und Nitrolack greifen sich gegenseitig an.

Bei Bedienungsknöpfen, Abdeckungen, überhaupt bei allen *Kunststoffteilen* muß man gleichfalls sehr vorsichtig sein. Diese Teile können je nach Art des Kunststoffes mehr oder mindert von Zaponlack und Nitroverdünnung *angegriffen* werden. Man sollte sie deshalb vorher an der verdeckten Seite auf „Anlösung" überprüfen.

Neuerdings ist die Industrie auf metallene geschliffene oder gebürstete Oberflächen übergegangen (sogenanntes Butler-Finish). Es handelt sich hierbei meist um eloxierte Aluminiumoberflächen bzw. um Oberflächen mit eingebranntem Schutzlack.

Beschädigte Stellen an großen Flächen sind meist schwer zu beseitigen. An kleineren Flächen kann die beschädigte Stelle leicht geschliffen und nach dem Reinigen der Oberfläche mit einem Zaponlack abgedeckt werden.

Eloxierte Zierleisten mit beschädigter Oberfläche sollten ausgewechselt werden.

In großem Umfang verwendet man Kunststoffleisten. Diese haben den Vorteil, daß sie nicht nachdunkeln bzw. schwarz werden. Sind auf ihrer Oberfläche leichte Kratzer entstanden, so lassen sich diese mit etwas Nitroverdünnung und einem Lappen durch vorsichtiges Überreiben entfernen.

4.76 Schlußprüfung

Die Schlußprüfung eines instandgesetzten Gerätes soll wie die Eingangskontrolle eines fabrikneuen Empfängers erweisen, ob der

elektrische und mechanische Teil sowie das Gehäuse in Ordnung sind, d. h. allen Bedingungen entsprechen, die ein Fachmann an ein solches Objekt stellt. Ob ein Gerät funktionsfähig und von Gehäuseschäden frei ist, erkennt wohl auch der Kunde, der das Gerät schon längere Zeit in Gebrauch hatte. Feinere Beanstandungen dagegen, für den geübten Betrachter vielleicht nur am Testbild zu erkennen, bleiben dem Laien verborgen, bis er eines Tages vielleicht darüber aufgeklärt ist und das Gerät erneut beanstandet.

Ein guter Servicetechniker sollte seine Arbeit am Gerät nicht schon beenden, wenn der Beanstandungsgrund beseitigt ist, sondern auch die Fehler abstellen, die der Kunde noch gar nicht erkannt hat, die sich vielleicht gerade erst andeuten und dann nach einiger Betriebszeit voll auswirken.

Wie geht man nun bei der Schlußprüfung vor?

Man betreibt das Gerät im Gehäuse an einer Normalantenne möglichst bei Empfang eines Testbildes, wobei sämtliche Bedienungsfunktionen ausgeführt werden. Besondere Aufmerksamkeit gilt natürlich den Symptomen, die als Beanstandungsgrund genannt wurden; sie dürfen jetzt, nach Beseitigung des Schadens, ebensowenig auftreten, wie etwa ganz neue, vorher nicht bekannte Erscheinungen. Bei dieser Untersuchung darf auch nicht vergessen werden, die Bedienungsknöpfe auf festen Sitz zu prüfen. Weiterhin ist das Gehäuse genau zu betrachten. Man darf ihm nicht anmerken, daß es in der Werkstatt war, die hochglanzpolierten Flächen (ebenso Schutzscheibe und Bildmaske) dürfen also keine Fingerabdrücke aufweisen. Wir sollten darüber hinaus die Oberfläche des Gehäuses so aufarbeiten, daß der Empfänger „neuer" erscheint als zu dem Zeitpunkt seiner Einlieferung.

4.8 Verschiedenes

4.81 Mehrnormen-Fernsehempfänger

4.811 Vorbemerkungen

Außer der CCIR-Gerber-Norm[1]) gibt es auf der Welt bekanntlich noch weitere Fernseh-Normen. Das *World-Radio-TV-Handbook 1970* verzeichnet vier Grundsysteme mit 405, 525, 625 und 819 Zeilen, die in den anderen Daten, wie Modulationsart, Bild-/Tonträgerabstand, Video-Bandbreite, Ablenkfrequenz usw., bei den Sendern in den einzelnen Ländern oder Ländergruppen mehr oder minder voneinander abweichen. **Tabelle 4.81–I,** die die uns interessierenden Normen nennt, ist auf Seite 399 wiedergegeben. Hieraus geht hervor, daß auch in Europa keine einheitliche Norm angewendet wird. Diese Tatsache findet ihre Erklärung darin, daß man bei der fast gleichzeitigen Entwicklung des Fernsehens in den verschiedenen Ländern verschiedene Wege ging. Der zweite Weltkrieg unterbrach jene Entwicklung, soweit sie den zivilen Sektor betraf, und als kurz danach das öffentliche Fernsehen wieder aufgenommen wurde, ging man den früher eingeschlagenen Weg weiter. Der Gedanke der heutigen Eurovision war noch nicht reif. England blieb bei der 405-Zeilen-Norm, Frankreich führte eine 819-Zeilen-Norm ein; zwischen beiden Normen bestehen erhebliche Unterschiede. Auf dem Wege zu einer einheitlichen Norm plädierten dann andere westeuropäische Staaten, die etwa 1950 das Fernsehen aufgriffen, für ein 625-Zeilen-System, das technisch in der Mitte zwischen dem englischen und dem französischem System steht. Es bietet nicht ganz die Qualität, die sich mit dem 819-Zeilen-

[1]) CCIR (Comité Consultatif International des Radiocommunications)

Bild erzielen läßt, ist aber auch sender- und empfangsseitig nicht so aufwendig. Dem 405-Zeilen-Bild des englischen Systems zeigt es eine eindeutige Überlegenheit. Leider kam es nicht zu einer Einigung, weil das Fernsehen in England und Frankreich schon so weit verbreitet war, daß man sich dort scheute, zugunsten eines einheitlichen Systems das eigene umzustellen. Eine Einigung wurde auch nicht erreicht, als man Ende der fünfziger Jahre die Fernsehprogramme in den Bereichen IV und V erweiterte. Zwar gewann das 625-Zeilen-System an Boden, doch wurden 1963 mit dieser Zeilenzahl allein für den UHF-Bereich fünf Varianten bei der zuständigen Studiengruppe des CCIR in Genf angemeldet. Die daraus erwachsenen Schwierigkeiten mehrten sich mit der Festlegung der beiden Farbfernsehsysteme PAL und Secam.

Nach Tabelle 4.81–I haben wir nunmehr zu unterscheiden zwischen dem VHF-Bereich I und III, in dem sowohl die 625-Zeilen- als auch die 819-Zeilen-Norm angewendet werden, und dem Bereich IV/V, in dem sich ausschließlich die 625-Zeilen-Norm durchgesetzt hat. Jeder dieser Bereiche hat fünf Varianten, die nach dem CCIR-Report 308 im VHF-Bereich mit Standard A bis E und im UHF-Bereich mit Standard G bis L bezeichnet werden.

Die Mehrzahl der europäischen Staaten fand in der CCIR-Gerber-Norm (Standard B und G) mit 625-Zeilen den besten technischen Kompromiß. Diese Norm wurde von dem Vorsitzenden einer CCIR-Expertengruppe, Dr. Walter Gerber, vorgeschlagen und trägt seitdem seinen Namen. Wieweit die anderen Standards mit 625-Zeilen in den einzelnen Ländern vertreten sind, geht gleichfalls aus Tabelle 4.81–I hervor. Sie zeigt ferner, daß die 819-Zeilen-Norm nur noch im Standard E vertreten ist, den Frankreich für Schwarzweiß-Sendungen im VHF-Bereich anwendet. Belgien weist jetzt die beiden 625-Zeilen-Varianten C und H aus, die frühere wallonische 819-Zeilen-Norm wurde 1965 aufgegeben. Luxemburg führt ab 1. 9. 71 das 625-Zeilen-System C ein. England wendet für den UHF-Bereich die Variante A an. Die 405-Zeilen-Norm ist einstweilen lediglich im VHF-Bereich vertreten.

So eignet sich also kein normaler Empfängertyp für die Verwendung in allen europäischen Ländern. Da nun andererseits in den Grenzgebieten ein Empfang bestimmter Sender aus den Nachbarländern feldstärkemäßig möglich ist, werden von verschiedenen Firmen besonders zum Vertrieb in Belgien und Luxemburg, aber auch in der Schweiz sogenannte *Mehrnormengeräte* gebaut. Hierbei hat sich ein Typ herauskristallisiert, der Sender nach den Standards B, C, E, F, G, H, L zu empfangen gestattet und zudem für beide Farbsysteme (PAL, Secam) geeignet ist; man kann also von einem 7-Normen-(Farb-)Empfänger sprechen. Faßt man die Standards B, G, H wegen der nur geringen technischen Unterschiede zusammen und zählt noch die beiden Farbnormen dazu, so spricht man gleichfalls von einem 7-Normen-Empfänger.

Die ehemals für Belgien und zuletzt nur noch für Luxemburg vorgesehene 819-Zeilen-Norm F – die sich von der 819-Zeilen-Norm E lediglich durch den Bild-/Tonträgerabstand (Bandbreite) unterscheidet – hat jetzt ihre Bedeutung verloren, da Luxemburg seit dem 1. Sept. 1971 die 625-Zeilen-Norm C anwendet; die Daten für F wurden daher in Tabelle 4.81–I nicht mehr aufgeführt.

4.812 Technik der Mehrnormen-Geräte

Die Konzeption eines Mehrnormen-Gerätes beruht auf den Unterschieden zwischen den einzelnen Normen. Wir gehen zunächst von der französischen aus, da sie am meisten, zumindest in drei wesentlichen Punkten, von der CCIR-Gerber-Norm abweicht (vergleiche **Bild 4.81–1**).

Bei der *französischen VHF-Norm* fällt sofort die größere Kanalbreite auf: mit 14 MHz statt nur 7 bzw. 8 MHz ist der Kanal etwa doppelt so breit wie beim Standard B der CCIR-Norm. Aus der Notwendigkeit heraus, eine genügende Anzahl von Kanälen zur Verfügung zu haben, um ganz Frankreich mit störungsfreien Fernsehsendungen zu

Tabelle 4.81–I. Fernseh-Normen

Länder	BRD, DDR[1]) Niederlande Italien Österreich Schweiz Skandinavien Spanien u. andere		Belgien Luxemburg		Frankreich	Luxemburg ab 1972	Ostblock	England	
Standard	B	G	C	H	E	L	D/K	A	J
Interne Kurzbezeichnung	625 CCIR-Gerber		625 B	625	819 F	625 F	625 OIRT	405	625
Bereich	VHF	UHF	VHF	UHF	VHF	UHF	VHF/UHF	VHF	UHF
Zeilenzahl	625	625	625	625	819	625	625	405	625
Vertikalfrequenz (Hz)	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Horizontalfrequenz (Hz)	15 625	15 625	15 625	15 625	20 475	15 625	15 625	10 125	15 625
Bildmodulation	AM neg.	AM neg.	AM pos.	AM neg.	AM pos.	AM pos.	AM neg.	AM pos.	AM neg.
Tonmodulation	FM	FM	AM	FM	AM	AM	FM	AM	FM
Kanalbreite (MHz)	7	8	7	8	14	8	8	5	8
Bildmodulations-Bandbreite (MHz)	5	5	5	5	10	6	6	3	5,5
Bild-/Tonträger-abstand (MHz)	+ 5,5	+ 5,5	+ 5,5	+ 5,5	± 11,15	+ 6,5	+ 6,5	− 3,5	6
Restseitenband (MHz)	0,75 unt.	0,75 unt.	0,75 unt.	1,25 unt.	2 u. od. o.	1,25 unt.	0,75 unt.	0,75 ob.	1,25 unt.
Synchronpegel (%)	100	100	< 3	100	< 3	< 6	100	< 3	100
Schwarzpegel (%)	75	75	25	75	30	30	75	30	77
Weißpegel (%)	10	10	100	10	100	100	10	100	20
Farbsystem	PAL	PAL[1])	–	PAL	–	Secam	Secam	–	PAL

CCIR = Comité Consultatif International des Radiocommunications
Internationales beratendes Komitee für Rundfunkfragen

OIRT = Organisation International des Radiodiffusion et Télévision

PAL = Phase Alternation Line (Phasenumkehr für die Zeilen)

Secam = Séquentielle à mémoire (zeitlich aufeinander folgend mit Speicherung)

[1]) DDR wendet im Standard G das Secam-Farbsystem an

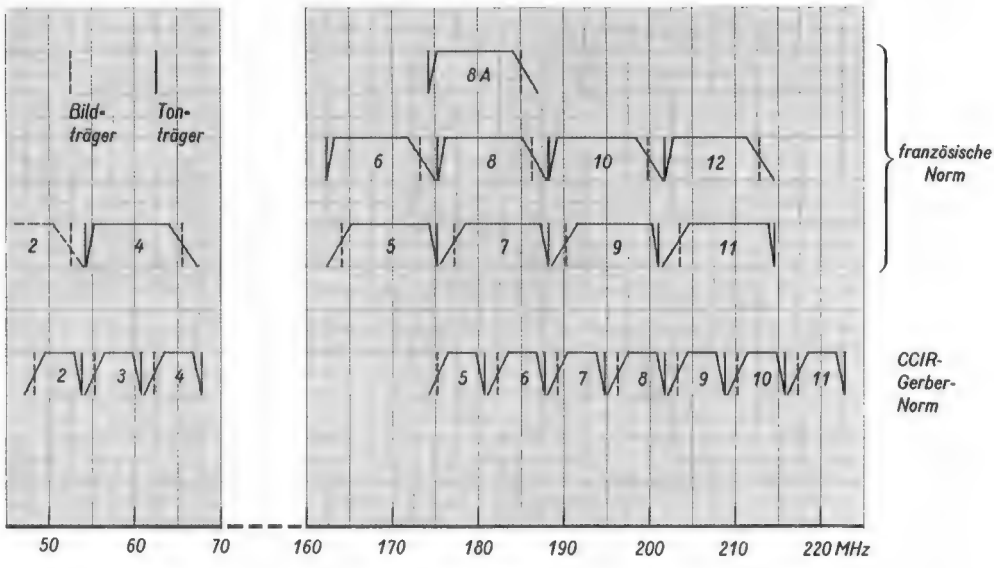


Bild 4.81–1 Kanalverteilung bei der CCIR-Gerber- und französischen Norm

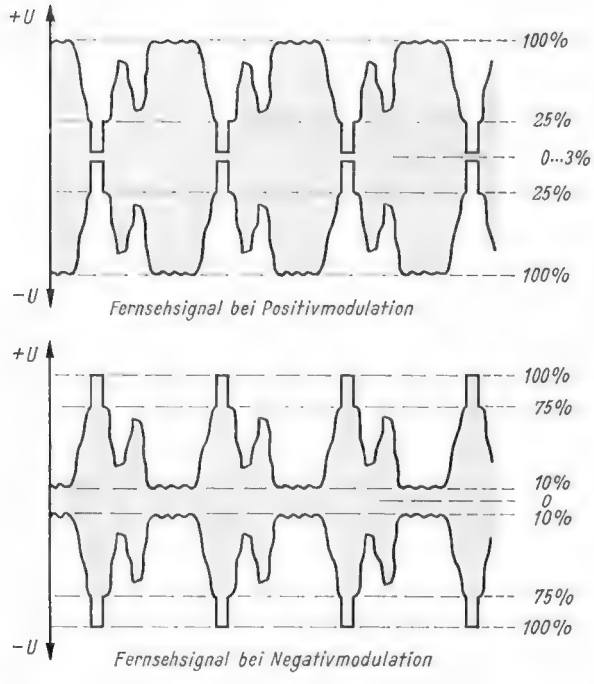


Bild 4.81–2
Modulationsrichtungen

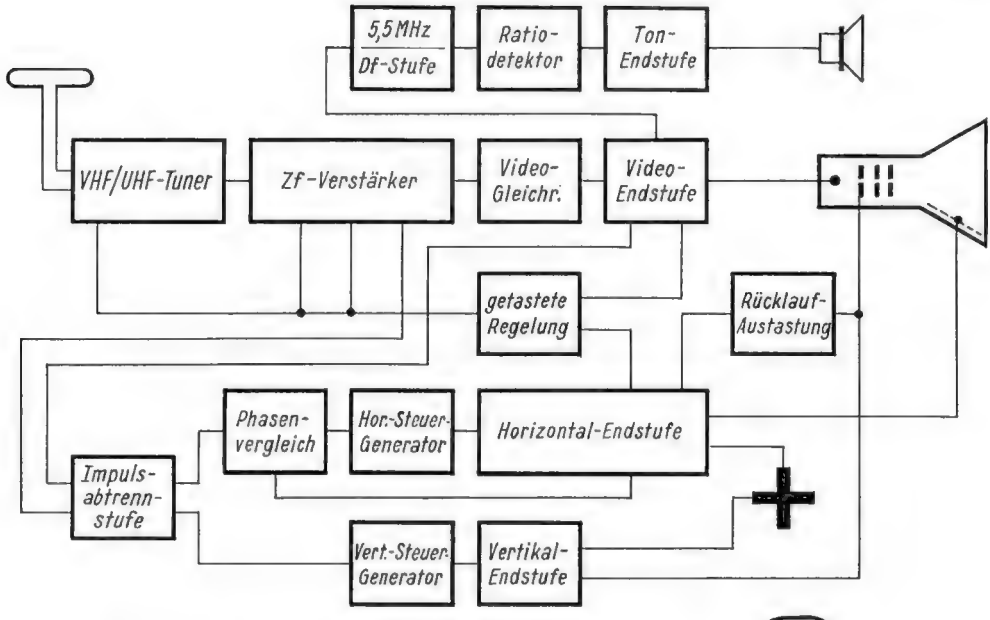
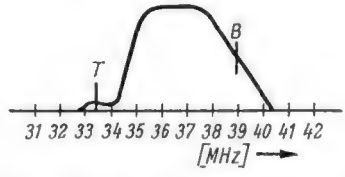


Bild 4.81–3 Intercarrier-Empfänger



versorgen, führte diese größere Bandbreite sinngemäß zu einer anderen Unterteilung der Fernseh-Bereiche I und III, zumal der Bereich III den Frequenzbereich 162 ... 216 MHz gegenüber 174 ... 230 MHz bei der CCIR-Norm umfaßt.

Wie in Bild 4.81–1 weiter zu erkennen ist, liegt der Bildträger einmal am unteren Kanalende, einmal am oberen. Dadurch steht bei der französischen Norm fiktiv die gleiche Anzahl von Kanälen zur Verfügung wie bei der CCIR-Norm. Mit 819 Zeilen ist natürlich eine bessere Bildauflösung möglich als mit 625 Zeilen, wenn man die Bandbreite des Videosignals gleichzeitig auf etwa 10 MHz vergrößert. Die französischen Sender strahlen diese Bandbreite bei Direktsendungen (Life) durchweg auch ab, bei Filmsendungen ist jedoch mit üblichem Aufwand keine größere Auflösung des Bildes erreichbar als bei der CCIR-Norm mit einer Bandbreite von 5 MHz.

Die Modulationsrichtung bei der französischen Norm ist positiv. Der Unterschied zwischen Positiv- und Negativ-Modulation geht aus **Bild 4.81–2** hervor. Würde man einen positiv-modulierten Sender mit einem Empfänger für Negativ-Modulation aufnehmen, so erschienen die Helligkeitswerte vertauscht; schwarze Bildstellen würden weiß und weiße Bildstellen schwarz wiedergegeben. Außerdem müßte die Synchronisierung versagen, da die Impulsabtrennstufen nur auf positiv gerichtete Impulse ansprechen.

Der Tonträger ist amplitudenmoduliert. Man kann daher als Demodulator einen einfachen Hf-Gleichrichter verwenden und überdies durch einen AM-Störinverter (der als nichtlinearer, spannungsabhängiger Tiefpaß arbeitet) eine angenähert gleichwertige Störbegrenzung erzielen wie bei der FM-Übertragung.

Die Amplitudenmodulation macht jedoch gegenüber dem bei der CCIR-Gerber-Norm angewendeten Intercarrier-Verfahren einen Paralleltonempfang notwendig, d. h. getrenn-

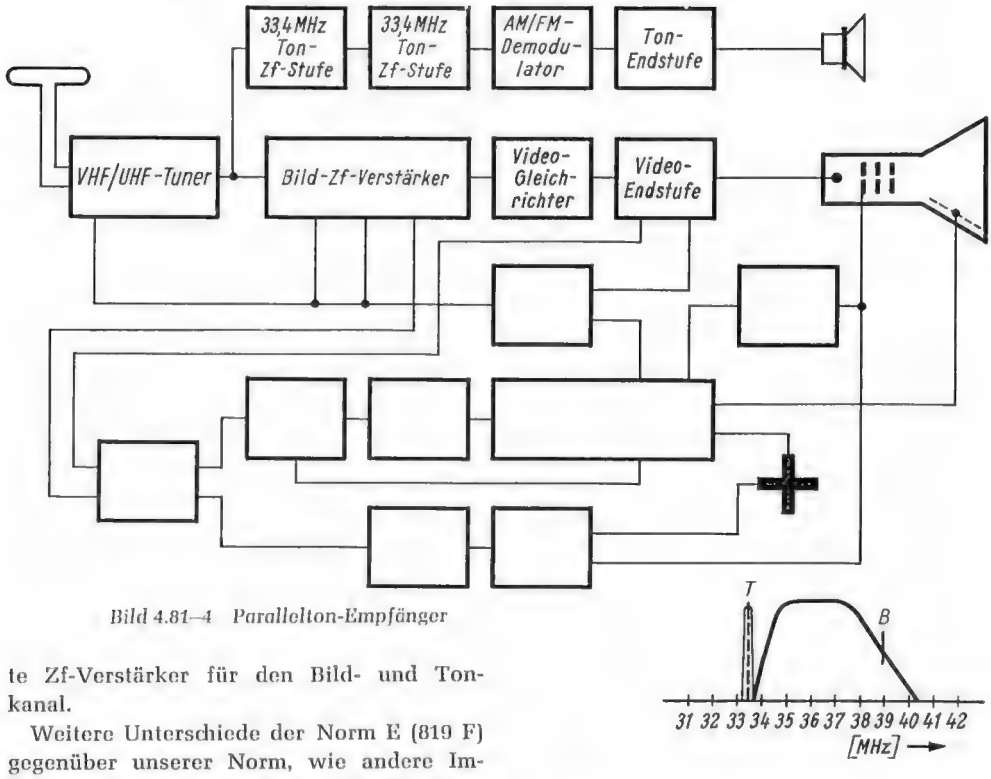


Bild 4.81–4 Parallelton-Empfänger

te Zf-Verstärker für den Bild- und Tonkanal.

Weitere Unterschiede der Norm E (819 F) gegenüber unserer Norm, wie andere Impulsfolgen und dergleichen, sind für diese Betrachtung unwesentlich und sollen deshalb nicht beschrieben werden.

Das Beispiel mit der Eigentümlichkeit der französischen Norm läßt bereits erkennen, daß der Fernsehgeräte-Entwickler bei der Konzeption eines Mehrnormengerätes vor Problemen steht, die nicht gerade als einfach zu bezeichnen sind. Sie sollen hier kurz behandelt werden.

Bild 4.81–3 zeigt die Blockschaltung eines für unsere Norm üblichen Intercarrier-Empfängers. In diesem Gerät werden bekanntlich in einem gemeinsamen Zf-Teil Bild- und Tonträger verstärkt. Erst hinter dem Video-Gleichrichter erfolgt die Trennung beider Signale. Der Ton – jetzt als Zwischenträger (Intercarrier) – wird als zweite Zwischenfrequenz (Differenzfrequenz = Df) abgezweigt und in dem gegebenen Beispiel eines schon älteren Empfängers nach Verstärken und Begrenzen dem Ratiodetektor und Nf-Verstärker zugeleitet. Die Abtrennung des Tonträgers ist hier möglich, weil er frequenzmoduliert (FM) vom Sender abgestrahlt und der Bildträger (AM) nicht bis auf Null durchmoduliert wird (Restträger).

Bild 4.81–4 zeigt in Blockschaltung das sogenannte *Parallelton-Prinzip*, das angewendet werden muß, wenn der Tonträger genau wie der Bildträger amplitudenmoduliert übertragen wird. Dies ist in den beiden französischen und der belgischen Norm C der Fall. Tonempfang nach dem Intercarrierprinzip ist also nicht möglich, anderseits kann man aber Parallelton-Empfänger auch für unsere Normen mit FM-Ton bauen. Es liegt daher nahe, für Mehrnormen-Geräte mit Umschaltmöglichkeiten auf 625, 625 F, 625 B, 819 F reine Parallelton-Empfänger vorzusehen.

Die Umschalteinrichtungen dieser Geräte müßten wie folgt arbeiten:

1. *Zeilenablenkteil von 625 auf 819 Zeilen, also von 15 625 Hz auf 20 475 Hz umschaltbar.*

Dies ist nicht schwierig durchzuführen und läßt sich sogar automatisieren.

2. *Tondemodulation umschaltbar von FM auf AM.*

Auch diese Umschaltmöglichkeit ist nicht schwierig, sie wird im Prinzip in jedem normalen Rundfunkempfänger mit UKW-Teil angewandt.

3. *Die Ton-Zwischenfrequenz muß beim 819-F-System, entsprechend dem größeren Frequenzabstand zwischen Bild- und Tonsender, von 33,4 MHz auf 27,75 MHz umgeschaltet werden. Für das 625-L-System wäre sie auf 32,4 MHz umzuschalten.*

Hierbei ist schon einiger Aufwand erforderlich, da bei den üblichen Zwischenfrequenzen (20 ... 35 MHz) leicht Selbsterregungen (Rückwirkungen) auftreten. Besonders kritisch ist die Verdrahtung von den umzuschaltenden Filtern zur Umschalteinrichtung. Um diesen Schwierigkeiten zu entgehen, könnte man das Prinzip der Doppelüberlagerung anwenden, indem man die Ton-Zwischenfrequenz durch eine zweite Mischstufe mit Oszillator auf eine niedrige Frequenz herabsetzt.

4. *Die Polarität des Videosignals muß je nach System (s. Tabelle 4.81–I) geändert werden können.*

Das läßt sich erreichen, indem man z. B. die Bildröhre einmal an der Katode, einmal am Wehneltzylinder steuert und für die Impulse eine besondere Umkehrstufe einführt. Man kann auch eine Video-Umkehrstufe hinzufügen oder einfach die Videodiode jeweils umpolen oder zwei gegengepolte Dioden nach Bedarf anschalten.

5. *Die Bandbreite des Zf- und Videoverstärkers müßte bei 819 F von ca. 5 auf etwa 10 MHz erweitert werden.*

Dies bedeutet aber schaltungsmäßig einen erheblichen Aufwand, so daß nur bei Mehr-Normen-Spitzengeräten davon Gebrauch gemacht wird.

Für einen Mehrnormen-Empfänger in reiner Parallelton-Anordnung sind also mit den Punkten 1 bis 5 die Umschaltbedingungen festgestellt. Zwei wesentliche Gründe veranlaßten nun die Konstrukteure, einen anderen Weg zu suchen:

a) Ein Mehrnormen-Gerät, vom normalen Prinzip eines Intercarrier-Empfängers völlig abweichend, erfordert eine *neue Bauart.*

b) Der Parallelton-Empfänger arbeitet auf den Normen (Standards) mit FM-Ton unbefriedigend, falls nicht eine aufwendige Abstimmautomatik vorgesehen wird. Schon bei der Übertragung des amplitudenmodulierten Ton-Trägers hat der Oszillator besonders hohen Ansprüchen zu genügen. Wenn man bedenkt, daß die Bandbreite eines Ton-Zf-Verstärkers nicht größer als 200 kHz ist und der Oszillator beim Empfang eines Senders schon in Bereich III weit über 200 MHz schwingt – im UHF-Bereich stellen sich die Verhältnisse noch viel kritischer dar –, bewirkt eine Frequenzwanderung (Frequenzdrift) des Oszillators von etwa 0,05 % ($\approx$ 100 kHz) schon keinen Tonempfang mehr. Die Oszillatorfrequenz muß also möglichst unabhängig von Spannungs- und Temperaturschwankungen sein und über lange Zeit konstant bleiben. Durch die Bandbreite des Ton-Zf-Verstärkers ergibt sich auch die Variationsmöglichkeit der Feinabstimmung. Der Empfänger ist stets auf besten Tonempfang abzustimmen, wodurch nicht immer die beste Bildqualität erreicht wird. Diese Schwierigkeiten werden bei der Übertragung eines frequenzmodulierten Trägers noch bedeutend größer. Der FM-Demodulator (z. B. Ratiodetektor) arbeitet nur bei exakter Abstimmung einwandfrei, d. h. der Träger muß im Nulldurchgang der S-Kurve liegen. Die Variationsmöglichkeit bei der Feinabstimmung – wie bei der AM-Demodulation von etwa 200 kHz, wodurch noch die Bildqualität beeinflußt werden kann – ist also hier überhaupt nicht mehr gegeben. Bei der kleinsten Fehlabstimmung würde die Tonwiedergabe verzerrt sein oder gar verschwinden.

Ein modernes Mehrnormen-Gerät arbeitet deshalb so:

Tabelle 4.81–2. Zusatz-Fehlertabelle für Mehrnormen-Fernsehempfänger

Raster	Bild	Ton	Mögliche Ursachen	Fehlersuche bzw. Abhilfe
●	●	▨	Tonträger-Auskopplung hinter dem Tuner verstimmt	Abgleich kontrollieren
●	▨	▨	Tuner defekt	Schwingspannung des Oszillators messen. Abgleich kontrollieren
●	●	○	Tonträger-Auskopplung hinter dem Tuner ausgefallen. Ton-Gleichrichterdiode defekt	Abgleich der Tonauskopplung kontrollieren. Diode mit Ohmmeter überprüfen
●	▨	●	Bild-Zf- oder Video-Verstärker fehlerhaft	Bild-Zf-Verstärker-Abgleich kontrollieren. Video-Entzerrer-Drosseln mit Ohmmeter überprüfen. Röhren/Transistoren u. deren Betriebsspannungen prüfen
●	○	●	Bild-Zf- oder Video-Verstärker defekt	Röhren/Transistoren und deren Betriebsspannungen überprüfen

○ fehlt ▨ mangelhaft ● in Ordnung

Für die Fernsehnormen (Standards) mit FM-Ton bleibt es ein Intercarrier-Empfänger, wobei Bild- und Ton-Zf über einen gemeinsamen Verstärker laufen. Die 5,5-MHz-Ton-Zf wird aber dann nicht wie üblich am Videogleichrichter, sondern an einer speziellen Tondiode gewonnen. Dieser Tondiode folgen der 5,5-MHz-Ton-Zf-Verstärker und FM-Demodulator. Für die Normen mit AM-Ton enthält das moderne Mehrnormen-Gerät einen unmittelbar an den Tuner angeschlossenen Parallelton-Zf-Verstärker mit AM-Demodulator. Nach der FM- bzw. AM-Demodulation wird das Signal dem Ton-Zf-Verstärker zugeführt.

Vorgenanntes Verfahren scheint zunächst einen höheren Aufwand zu erfordern, besitzt aber den Vorzug, ein normales Fernsehgerät leichter in einen Mehrnormen-Empfänger erweitern zu können. Überdies bietet es auf allen Normen das Optimum an Empfangsqualität. Weiterhin ermöglicht es die Entwicklung eines Mehrnormen-Gerätes mit umschaltbarer Bild-Zf-Bandbreite.

In der Tat ist nach diesen Prinzipien im Laufe der Jahre eine Vielzahl von Mehrnormengeräten entwickelt, gebaut und auf den Markt gebracht worden. Aus ökonomischen Gründen – es handelte sich ja stets um Serien mit geringer Auflage – wurde die Produktion all dieser Modelle nach und nach in die für den Mehrnormenempfang in Frage kommenden Länder verlagert. Vielfach greift man hierbei auf bestehende Ein-Norm-Konzepte zurück, die dem erweiterten Verwendungszweck angepaßt werden. So ist es zu verstehen, daß sich die Gerätetypen je nach Ursprungsland des Herstel-

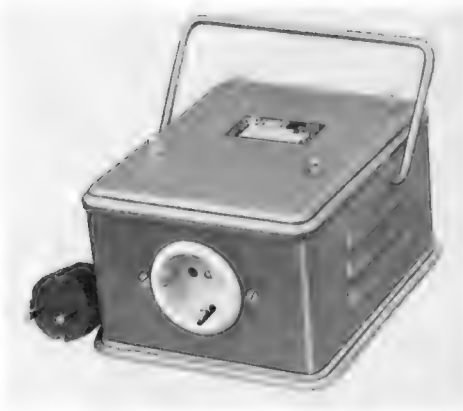


Bild 4.82–1 Vorschalttransformator mit Sparschaltung 110 – 125 – 220 – 240 V, Dauerbelastung 350 VA (Typ VTG 35 mit Traggriff, Engel GmbH., Wiesbaden-Schierstein)

lers zum Teil beträchtlich unterscheiden, zumal wenn auch „die Farbe" in die Konzeptfindung einbezogen werden muß.

Für die beiden Farbfernsehverfahren PAL und Secam benötigt man im Prinzip zwei Decoder, die mit der Normwahl entsprechend zugeschaltet werden. Die PAL-Schaltung ist davon im Teil 5 ausführlich behandelt.

4.813 Servicearbeiten

Für den Service an solchen komplexen Geräten sind möglichst die Kundendienstunterlagen (Blockschema, Stromlaufplan, Abgleichanweisung) zu Rat zu ziehen. Im übrigen gelten aber die gleichen Überlegungen wie bei der Instandsetzung normaler Ein-Norm-Empfänger. Die Fehlertabellen unter 4.4 (für Schwarzweiß-Empfänger) und 5.9 (für Farbempfänger) sowie die allgemeinen Abgleichanweisungen unter 4.6 und 7. haben auch hier ihre Gültigkeit.

In der Anwendung der Fehlertabelle ist zusätzlich noch der Parallelton-Zf-Verstärker zu berücksichtigen, wie aus der Aufstellung auf Seite 404 ersichtlich.

Der Abgleich des Parallelton-Verstärkers erfolgt wie der des Differenzton-(Ton-Zf-)-

Rechts: Bild 4.82–2 Anschlußschema eines Vorschalttransformators in Sparschaltung

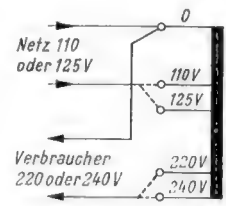


Bild 4.82–3 Vorschalt-Stelltransformator für zeitweilige Unter- bzw. Überspannungen, 180...250 V und 80...150 V (Typ VTS 3, Engel GmbH., Wiesbaden-Schierstein)

Verstärkers. Es entfällt aber die Einstellung der S-Kurve.

4.82 Fernsehempfang bei ungewöhnlicher Versorgungsspannung

Das Lichtnetz führt in Deutschland allgemein 220 V Wechselstrom. Es gibt aber auch Versorgungsgebiete mit niedrigeren Spannungen. Gleichstromnetze sind kaum noch vertreten.

Abgesehen von einigen Exportausführungen sind alle Fernsehgeräte für den Normalfall eingerichtet, sie enthalten also keine Umschalteinrichtungen für universellen Netzanschluß und auch keine Einrichtungen zum Ausgleich von Unter- und Überspannungen, wenn diese eine bestimmte Größe (Nennspannung ± 10 %) überschreiten.

Nachstehend soll dargelegt werden, welche Maßnahmen bei ungewöhnlicher Versorgungsspannung (Batteriebetrieb mit eingeschlossen) durchzuführen sind.

4.821 Wechselstromnetze von 110 oder 125 V

Die Anpassung der Fernsehgeräte an Wechselstromnetze mit Spannungen normaler Toleranz von 110 oder 125 V (± 5 %) wird kaum auf Schwierigkeiten stoßen. Hier betreibt man den Fernsehempfänger über einen geeigneten Vorschalttransformator in Sparschaltung. Er muß aber – wie schon wiederholt beim Trenntransformator erwähnt – *hinreichend dimensioniert sein*, damit nicht durch einen zu großen Innenwiderstand die Betriebsspannung des Gerätes absinkt. Diese – gemessen hinter dem Selengleichrichter – soll 235 bis 245 V betragen und wird bei einem Anschlußwert von 220 V durch die Spitzengleichrichtung erreicht. Ein Beispiel für ein preiswertes Modell mit Traggriff (auch für feste Wandmontage lieferbar) zeigt **Bild 4.82–1.** Die zugehörige Schaltung geht aus **Bild 4.82–2** hervor.

4.822 Zeitweilige Unter- und Überspannungen

Bei hochbelasteten Netzausläufern, in Außenbezirken oder auch bei Überlandversorgung kommen häufig Unterspannungen bis zu 180 V vor; nach abgeschalteter Industrie wächst dann die Spannung u. U. bis über 230 V. In diesen Fällen, wo die Spannungstoleranz ± 10 % für den Betrieb des Fernsehempfängers in bestimmten Zeiten überschritten wird, hilft ein Stelltransformator, der zum Überwachen der Netzspannungsgröße mit einem Voltmeter versehen ist. Er kann – um die Anschaffung nicht zu verteuern – gleichfalls in Sparschaltung ausgeführt sein. Das Umschalten muß wie bei dem Modell in **Bild 4.82–3** ohne Spannungsunterbrechung erfolgen.

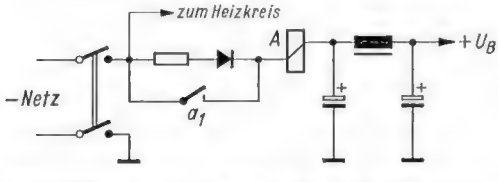


Bild 4.82–4 Automatisches Kurzschließen des Netzgleichrichters bei richtig gepoltem Fernsehempfänger am Gleichstromnetz

4.823 Kurzzeitige Spannungsschwankungen

Bei Hausanschlüssen, die durch zusätzlichen Gewerbebetrieb u. U. hoch belastet sind, können – insbesondere bei angeschlossenen Schweißmaschinen – so kurzzeitige Spannungsschwankungen auftreten, daß sie sich durch den vorgenannten Regeltransformator nicht oder kaum noch ausregeln lassen. Die beste Möglichkeit, solche Spannungsschwankungen zu mildern, besteht darin, die Leitungsquerschnitte der zu den oben erwähnten Verbrauchern führenden Kabel zu verstärken.

4.824 Gleichspannungsnetze 220 V

Schwierig ist die Anpassung der Fernsehgeräte an Gleichspannungsnetze. Hier steht bei Direktanschluß die eingangs geforderte Betriebsspannung von 235 bis 245 V hinter dem Netzgleichrichter des Gerätes nicht zur Verfügung. Sie liegt, da jetzt der Gleichrichter den Charakter eines Widerstandes hat, unter 220 V. Man könnte zwar rotierende Umformer bzw. mechanische oder elektronische Wechselrichter verwenden, doch wären dafür die Anschaffungskosten zu hoch.

Bei Fernsehgeräten ohne Heizkreiskondensator oder -transformator können durch ein Kurzschließen des Selengleichrichters am einfachsten vertretbare Betriebsbedingungen erreicht werden. Allerdings ist hierbei zu beachten, daß der Netzstecker des Gerätes mit der richtigen Polarität – Minuspol am Chassis – in die Steckdose eingeführt wird. Ein Vertauschen der Polarität würde die Zerstörung der Elektrolytkondensatoren zur Folge haben. Auch ein Relais in der Netzleitung, das nur bei richtiger Polarität, d. h. entsprechend eingeführtem Stecker, den Empfänger in Betrieb setzt, bietet einen sicheren Schutz **(Bild 4.82–4).**

4.83 Funkstörungen durch Fernsehgeräte und Abhilfsmaßnahmen

4.831 Allgemeines

Fernsehempfänger können in ähnlicher Art wie Tonrundfunkempfänger durch Aus-

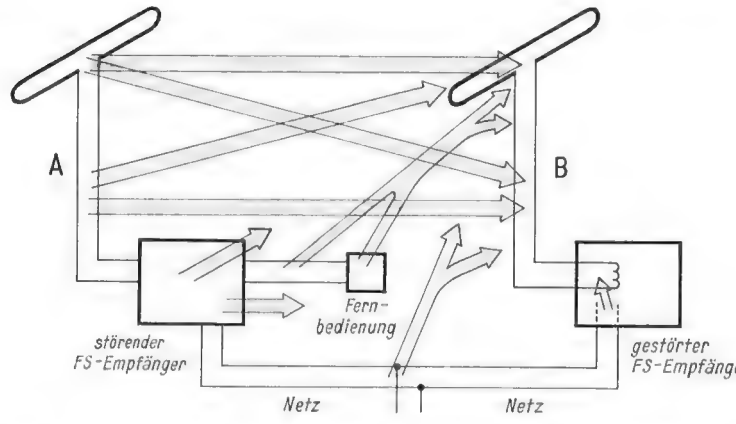


Bild 4.83–1
Ausbreitungswege von Störschwingungen

strahlen von Grund- und Oberwellen des Hf-Oszillators Funkstörungen hervorrufen. Auch der Zf-Verstärker mit den höheren Harmonischen der Bild-Zf und Ton-Zf neigt dazu. Darüber hinaus vermag der im Fernsehempfänger vorhandene Horizontal-Steuergenerator mit der Zeilen-Endstufe ein ausgedehntes Störspektrum zu erzeugen. Die Gefahr der Abstrahlung von Oberwellen wächst hierbei mit der Ablenkleistung. Ein Gerät mit 110°-Ablenkung kann also mehr stören als noch ein altes mit 90°. Schließlich kann auch das an die Bildröhre geführte Videosignal Hf-Störungen hervorrufen, erreichen doch hier bei vollem Kontrast die Spannungen einen Wert von etwa 100 V_{ss}.

Die Ausbreitung der Störschwingungen ist auf zwei Wegen möglich:

1. durch ihre Fortleitung längs Leitungen, z. B. der Antennen-, Netz- und Fernbedienungsleitung, gemessen als Funkstörspannung auf der betreffenden Leitung gegen Erde;

2. durch ihre Abstrahlung von Hochfrequenz erzeugenden oder führenden Teilen, wenn diese nicht oder nur ungenügend abgeschirmt sind, oder aber auch über Schaltleitungen, Chassis, Zierleisten usw., die infolge ungewollter galvanischer, kapazitiver, und induktiver Kopplung Hochfrequenz führen. In manchen Fällen können dadurch gewisse Bauteile sogar zum Schwingen angeregt werden (sogenannte Sekundärstrahler), z. B. Leitungszüge auf den Druckplatten.

Bild 4.83–1 zeigt, auf welchen Wegen die Funkstörungen von einem Fernseh- (oder Ton-Rundfunk)empfänger A zu einem (benachbarten) Fernseh- (oder Ton-Rundfunk) empfänger B gelangen können, wobei angenommen worden ist, daß die Antennenniederführungen ungeschirmt sind:

von A-Antenne auf B-Antenne,
von A-Antenne auf B-Antennenniederführung,
von A-Antennenniederführung auf B-Antenne,
von A-Antennenniederführung auf B-Antennenniederführung,
von A-Fernbedienung auf B-Antenne,
von A-Fernbedienung auf B-Antennenniederführung,
von A-Netzzuleitung auf B-Antenne,
von A-Netzzuleitung auf B-Antennenniederführung,
von A-Netzzuleitung über B-Netzzuleitung auf Antenneneingang in B-Gerät,
von A-Chassis auf B-Antenne bzw. -Antennenniederführung,
von A-Chassis auf B-Chassis.

Auf dem Wege ihrer Fortpflanzung über Leitungen und Sekundärstrahler werden die Störspannungen ihrer Größe nach ständig verringert. Treten schon Spannungsteilungen an den Stoßstellen zwischen Störquelle und Eingangswiderständen der Leitungen sowie zwischen den Leitungen und den Kopplungswiderständen zu den Antennen

Tabelle 4.83–I. Störungen des UHF-Empfangs

FS-Gerät auf Kanal	Bildträger MHz	Oszillator-frequenz MHz	1. Oberwelle MHz	gestörter Kanal	Bildträger MHz	Moiré-frequenz MHz*)
5	175,25	214,15				
6	182,25	221,15				
7	189,25	228,15				
8	196,25	235,15	470,30	21	471,25	0,95!
9	203,25	242,15	484,30	23	487,25	2,95!
10	210,25	249,15	498,30	24	495,25	3,05
11	217,25	256,15	512,30	26	511,25	1,05!
			2. Oberwelle			
5	175,25	214,15	642,45	42	639,25	3,2
6	182,25	221,15	663,45	45	663,25	0,2!
7	189,25	228,15	684,45	47	679,25	5,2
8	196,25	235,15	705,45	50	703,25	2,2!
9	203,25	242,15	726,45	53	727,25	0,8!
10	210,25	249,15	747,45	55	743,25	4,2
11	217,25	256,15	768,45	58	767,25	1,2!
12	224,25	263,15	789,45	60	783,25	–

*) Die mit einem ! versehenen Moiréfrequenzen sind besonders auffällig

auf, so werden weiterhin die Störungen auch in den Leitungen oder leitenden Metallteilen selbst stetig gedämpft. Im Endergebnis gelangt schließlich nur ein mehr oder minder geringer Bruchteil der erzeugten Störspannung in den Empfänger, ein Bruchteil, der sich in komplizierter Weise aus einer großen Zahl von Einzelfaktoren ergibt.

Je nach Art der im Fernsehgerät vorhandenen Strahlungserzeuger können sich nun die Störspannungen in den verschiedensten Frequenzbereichen auswirken **(Bild 4.83–2).**

Während die Oszillatoren des VHF/UHF-Tuners mit der Arbeitsfrequenz und den Harmonischen benachbarte UKW- und Fernsehempfänger (Bereich I, II, III und IV/V) beeinflussen können, macht sich die Zeilenstörstrahlung mit ihren Oberwellen im Lang-, Mittel- und Kurzwellenbereich bemerkbar); das Videosignal kann sich u. U. ebenfalls in diesen Bereichen auswirken. Die Harmonischen der Zwischenfrequenzen (Bild-Zf und Ton-Zf) sind hauptsächlich im Hinblick auf Eigenstörungen des Empfängers wichtig, daher in diesem Zusammenhang nicht interessant.

Die Symptome der Oszillator-Störstrahlung sind:

beim *Ton-Rundfunkempfänger*
.... Tonverzerrungen durch Überlagerungen (Zwitschern, Pfeifen, Brodeln)

beim *Fernseh-Rundfunkempfänger*
.... Moiré im Bild, u U. Synchronisationsstörungen evtl. auch Tonverzerrungen

Beispiel: Ein auf Kanal 5 mit dem Bildträger 175,25 MHz abgestimmter Empfänger arbeitet mit der Oszillatorfrequenz von 175,25 + 38,9 = 214,15 MHz. Wird diese ausgestrahlt, und arbeitet ein in der Nähe befindlicher Empfänger zufällig auf Kanal 10, so entsteht an dessen Videogleichrichter eine Frequenz von 214,15 – 210,25 = 3,9 MHz, die sich auf dem Bildschirm als Moiré zeigt.

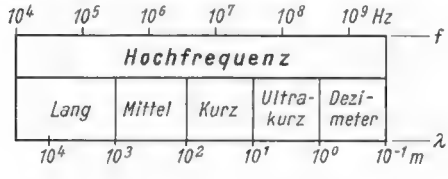


Bild 4.83–2 Spektrum der Störwellen

Technische Vorschriften für Fernseh-Rundfunkanlagen gültig ab 1. 10. 1959
gem. Amtsblatt Nr. 107/1958

Fernseh-Rundfunkempfangsanlagen müssen zur Verminderung von Funkstörungen folgende Funkstörungs-Grenzwerte einhalten:

A) Funkstörspannungsgrenzwerte
An den Anschlußpunkten für Antennen- und Netzzuleitungen darf die Funkstörspannung (hervorgerufen durch die Zeilenablenkung) im Bereich 150 . . . 500 kHz um 12 dB unterhalb N (VDE 0875) und im Bereich 500 . . . 1610 kHz unterhalb 250 µV liegen.

B) Störstrahlungsgrenzwerte in den Frequenzbereichen	Bereich II 87,5 . . . 100 MHz	Bereich III 174 . . . 223 MHz	Bereich IV 470 . . . 790 MHz
1. für die Oszillatorgrundwelle	in 30 m Entfernung	in 30 m Entfernung	in 10 m Entfernung
a) bei Geräten mit Bild-Zf 38,9 MHz, Einfachüberlagerung und Oszillatorfrequenz oberhalb der Empfangsfrequenz	50 µV/m	150 µV/m	450 µV/m
b) bei Geräten mit von a) abweichender Überlagerungstechnik in Abhängigkeit vom Abstand des Störträgers von der Bildträgerfrequenz des gestörten Fernsehkanals bei	in 30 m Entfernung	in 30 m Entfernung	in 10 m Entfernung
0 MHz Abstand		30 µV/m	
+ 1 MHz Abstand		30 µV/m	
+ 2 MHz Abstand		70 µV/m	
+ 3 MHz Abstand		110 µV/m	
+ 4 MHz Abstand	50 µV/m	150 µV/m	90 µV/m
+ 5 MHz Abstand		150 µV/m	
+ 5,5 MHz Abstand		75 µV/m	
+ 6 MHz Abstand		30 µV/m	
+ 7 MHz Abstand		30 µV/m	
2. für die Oszillatoroberwellen	entfällt	in 30 m Entfernung 30 µV/m	in 10 m Entfernung 90 µV/m

Die Störmöglichkeit eines in Bereich III betriebenen Fernsehgerätes mit der Zf von 38,9 MHz auf den Fernsehempfang in den UHF-Bereichen IV/V zeigt **Tabelle 4.83–I.**

Zur weiteren Verdeutlichung dieser Verhältnisse diene das Diagramm **Bild 4.83–3.** Es zeigt deutlich an, welche maximal zulässigen Störfeldstärken die Bundespost noch zuläßt (siehe Absatz 4.832).

Es ist verständlich, daß die Bundespost als behördlicher Träger der Funkhoheit – und nicht minder die Empfängerindustrie selbst – stark daran interessiert ist, daß der Ton- und Fernseh-Rundfunkempfang und überhaupt jede Art Funkdienst durch solcherlei Einflüsse ebensowenig beeinträchtigt wird wie durch andere hochfrequente Störquellen. So sind denn von der Bundespost bzw. dem VDE den schon seit Jahrzehnten bestehenden und ständig ergänzten und ersetzten Empfehlungen und Vorschriften über Funkentstörung neue Bestimmungen und Regeln für Ton- und Fernseh-Rundfunk-Empfangsanlagen hinzugefügt worden.

Diese gehen wie immer von dem Erfahrungssatz aus, daß eine völlige Unterbindung der Funkstörungen nur mit wirtschaftlich untragbaren Maßnahmen durchführbar wäre. Es müssen aber nach dem jeweiligen Stand der Technik alle Mittel aufgeboten werden, die zu einem besten Kompromiß führen, beim Fernsehempfänger als Stör-

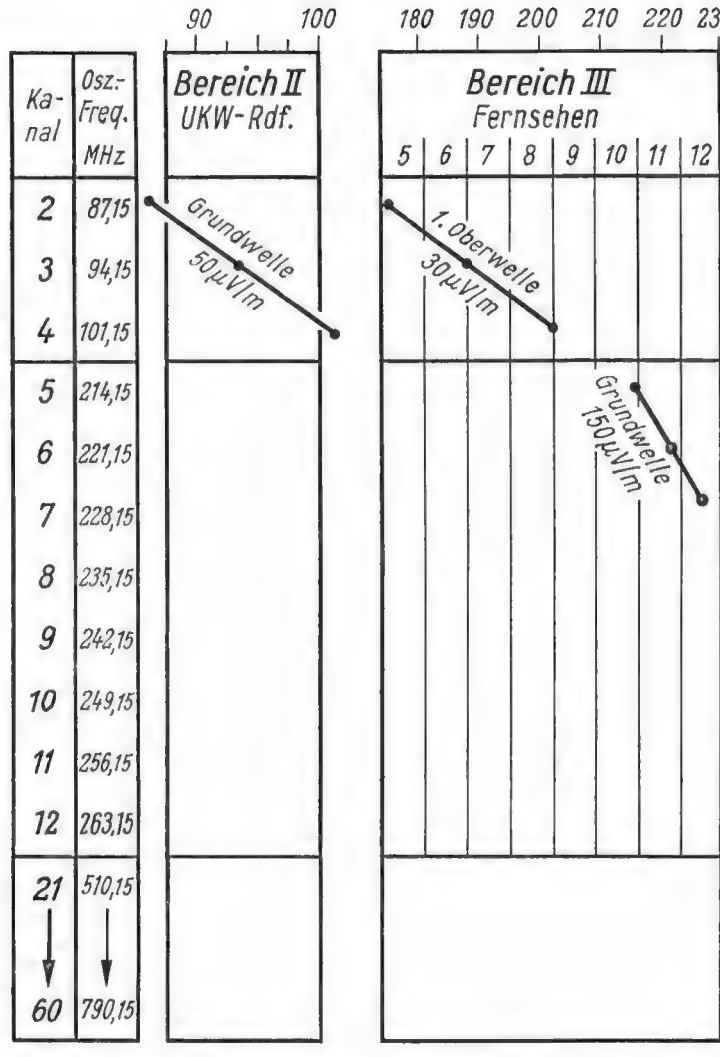


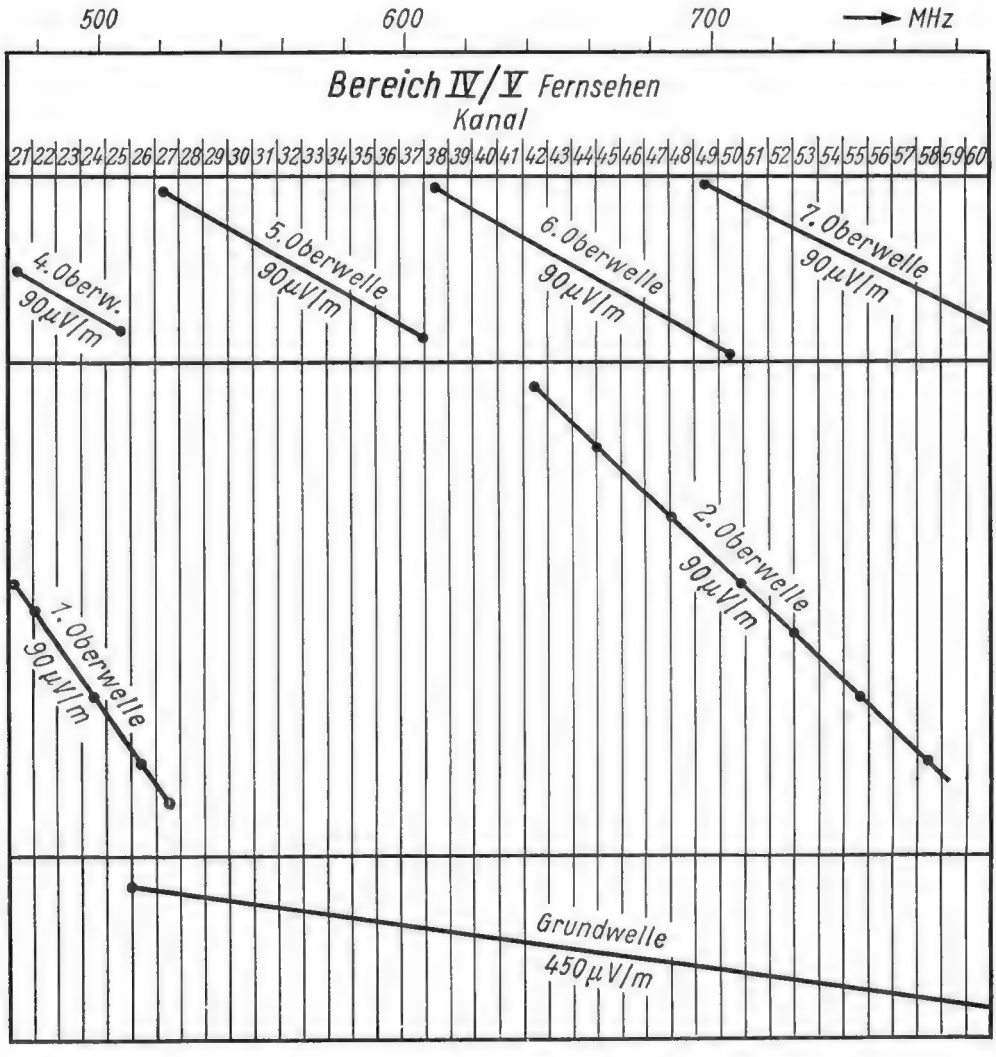
Bild 4.83–3
Grund- und Oberwellen des VHF-Oszillators sowie Grundwellen des UHF-Oszillators in einem Fernsehempfänger mit einer Zf von 38,9 MHz. Der Störstrahlungsgrenzwert ist – wie aus dem Diagramm zu ersehen – unterschiedlich

quelle dementsprechend ein günstiger Aufbau des Gerätes und ein angemessener Aufwand an Abschirmmitteln, Verdrosselungen und Verblockungen.

Natürlich ist der störungsfreie Empfang noch von zwei anderen Voraussetzungen abhängig:

a) Der Empfangsort muß im Versorgungsgebiet des Senders liegen, wo eine bestimmte Mindestfeldstärke vorhanden ist;
b) die Antenne muß so beschaffen sein, daß der Empfänger eine genügend große Nutzspannung erhält.

Im allgemeinen rechnet man in den Fernseh-Bereichen mit einem Störabstand von 46 dB, d. h. der Störträger darf höchstens 1/200 der Amplitude des Nutzträgers aufweisen. Im Schrifttum zitiert man gelegentlich 40 dB ≙ 1/100. Die Praxis zeigt jedoch, daß bei einem solchen Störabstand das Moiré sich noch unangenehm bemerkbar machen kann.



4.832 Postalische Vorschriften

Eine verbindliche Grundlage für die Grenzwerte der durch Fernsehgeräte hervorgerufenen Funkstörungen bilden die im *Amtsblatt des Bundesministers für das Post- und Fernmeldewesen* (Nr. 107/1958) veröffentlichten Vorschriften. Sie lassen besondere Forderungen für die in den UHF-Bereich fallende Störstrahlung der VHF-Oszillatoren erkennen. Ihr Inhalt ist – tabellarisch zusammengefaßt – auf Seite 409 wiedergegeben.

Regeln für die zulässigen Grenzwerte der von Ton- und Fernseh-Rundfunk-Empfängern ausgehenden Funkstörungen sind auch in VDE 0872 enthalten.

Um die genannten Vorschriften zu realisieren, traf die Bundespost umfangreiche organisatorische Maßnahmen. So werden seit 1. 10. 1959 nach den im Januar 1958 vom Fernmeldetechnischen Zentralamt herausgebrachten „Richtlinien für die technische Prüfung von Fernseh-Rundfunkempfängern" auf Antrag des Herstellers (bei ausländischen

Geräten: des Importeurs) und vollzogener Typenprüfung für serienmäßig hergestellte Fernseh-Rundfunkempfänger und Frequenzumsetzer (Umsetzer bei Gemeinschafts-Antennenanlagen, UHF-Bereich) Prüfnummern erteilt. Diese Prüfnummern werden in einer jeweils nach dem neuesten Stand gebrachten Liste vom Ministerium im Amtsblatt bekanntgegeben.

Die Formalitäten für die Anträge auf Typenprüfung und auf Zuteilung der Prüfnummern brauchen hier nicht weiter beschrieben zu werden, da sie nur die Gerätehersteller angehen.

Geräte, die den postalischen Bestimmungen entsprechen, erhalten eine Prüfnummer.

4.833 Entstörungsmaßnahmen bei der Geräteherstellung

Von Seiten der Empfängerindustrie wird bereits seit längerer Zeit den Vorschriften durch die folgenden Maßnahmen entsprochen:

Die Störstrahlung des VHF-Oszillators hält man dadurch gering, daß man die Amplitude der Oszillatorspannung auf einen Mindestbetrag senkt und alle Schaltteile, an denen diese Spannung auftritt, weitgehend abschirmt. Da dies bei mechanischer Feinabstimmung des Oszillators nur bedingt möglich ist, wendet man in zunehmendem Maße die elektronische Feinabstimmung an. Das Begrenzen der Störstrahlung wird allerdings mit steigender Oszillatorfrequenz immer schwieriger, und so mußten für die Unterdrückung der Oberwellen, die sich im UHF-Bereich bemerkbar machen (siehe Bild 4.83–3), besonders weitgehende Maßnahmen durchgeführt werden.

Einfacher war das Problem, die Störstrahlung im Zf- und Videoteil zu vermindern, wobei bevorzugte Ausgangspunkte dieser Strahlung der Bild- und Tondemodulator sowie der Anodenkreis der Video-Endröhre sind. Hier haben die Gerätehersteller schon früher wirksame Maßnahmen getroffen, weil Störstrahlungen solcher Art auch Rückwirkungen innerhalb des Empfängers und damit eine Verschlechterung der Bildqualität hervorrufen.

Um das Abstrahlen der Videofrequenzen aus der Steuerleitung zur Bildröhre zu verringern, hat man die ganze Rückwand oder zumindest einen Teil davon durch Kaschierung mit Stanniolfolie oder mit Leitlack elektrostatisch abgeschirmt und mit dem Empfängerchassis verbunden. (Heute ist diese Maßnahme nicht mehr erforderlich.)

Die Oberwellen der Bildkippschwingungen sind für die Störstrahlung praktisch bedeutungslos, da die Amplitude im Hochfrequenzbereich kaum noch meßbar ist.

Wie aber schon eingangs erwähnt, werden Störstrahlungen mit weitaus größerer Amplitude im *Zeilenablenkteil* erzeugt. Ausgangspunkte sind hier die Zeilen-Endröhre, die Boosterdiode, die Hochspannungsdiode, der Zeilentransformator und die Zeilenablenkspule. Es versteht sich also, daß die Gerätehersteller diese Bauteile besonders sorgfältig abschirmen. Darüber hinaus werden auch verschiedene Schaltungsmaßnahmen durchgeführt.

Das magnetische Streufeld der Ablenkspule wird dadurch zusätzlich verringert, daß man sie symmetrisch zur Empfängermasse schaltet. Diese Maßnahme ist aber insofern nicht kritisch, als sich Funkstörungen durch magnetische Felder nur bei Betrieb eines Ton-Rundfunkempfängers mit entsprechend ausgerichteter Ferritantenne bemerkbar machen. Die Bundespostbestimmungen besagen dazu, daß die Ferritantenne ein Behelf ist und ein störungsfreier Rundfunkempfang mit einer Behelfsantenne nicht garantiert wird.

4.834 Merkregeln für den Service

Bei Servicearbeiten an einem im Sinne der postalischen Bestimmungen entstörten Fernsehempfänger sind folgende Regeln zu beachten:

1. *Verblockungen und Verdrosselungen von Leitungen dürfen nicht entfernt werden, auch wenn sich am Empfängerbild keine Auswirkungen zeigen.*

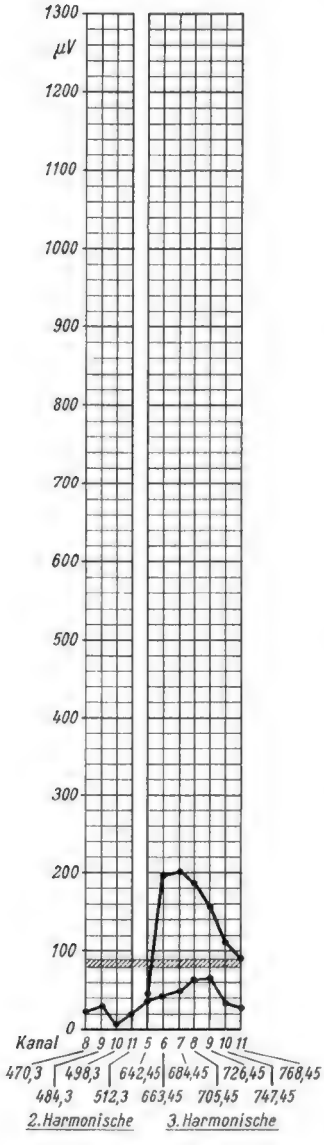


Bild 4.83–4 Wenn die Kappe der PCF 82 beim Aufschrauben klemmt und sich nicht festziehen läßt, entsteht eine zu hohe Störstrahlung

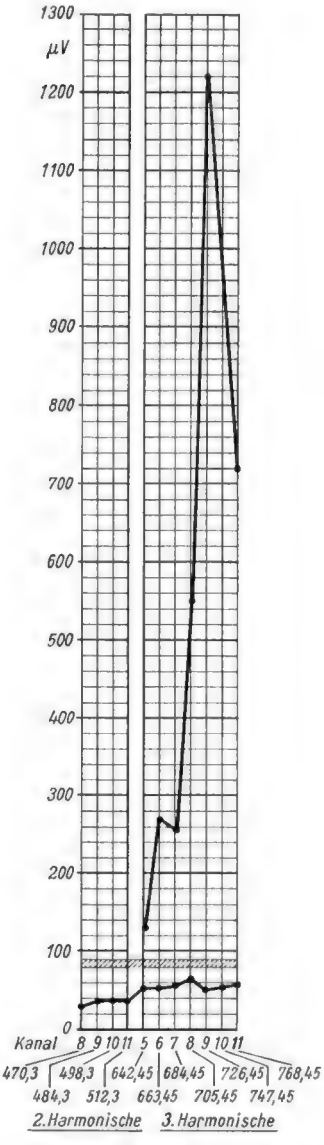


Bild 4.83–5 Die Kurve beweist, wie sehr die Störstrahlung ansteigt, wenn nach einer Reparatur versehentlich die Abschirmkappe der Oszillatorröhre nicht wieder aufgeschraubt wird

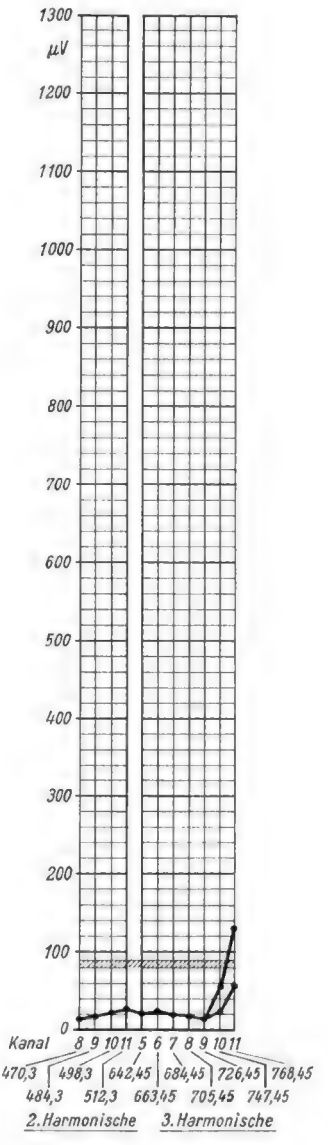


Bild 4.83–6 Der Grenzwert für die Störspannung an den Antennenbuchsen wird durch eine nicht angeschlossene Rückwand-Abschirmung unzulässig erhöht

Aus: Am Mikrophon Nordmende, Jahrgang 7, Heft 5

2. *Abschirmungen, z. B. vom Zeilentransformator oder VHF/UHF-Kanalwähler, müssen stets mit allen dafür vorgesehenen Schrauben befestigt werden.*
3. *Röhrenkappen sind wieder sorgfältig aufzusetzen, bei den Kanalwählern früherer Baujahre ist der einwandfreie Sitz auf den Fassungen zu prüfen.*

Klemmt die Abschirmkappe der Oszillatorröhre und läßt sie sich dadurch nicht festziehen, so steigt die Störstrahlung unzulässig an **(Bild 4.83–4).** Wird versehentlich die Kappe nicht aufgeschraubt, so kann die zulässige Störstrahlung des Kanalwählers um mehr als das Zehnfache überschritten werden (siehe **Bild 4.83–5).**

4. *Beim Einbau der Bildröhre ist darauf zu achten, daß wieder eine gute Masseverbindung ihres Außenbelages mit dem Empfängerchassis hergestellt wird.*
5. *Beim Anschrauben der Rückwand darf – soweit vorhanden – keinesfalls der Masseanschluß vergessen werden* **(Bild 4.83–6).**
6. *Scheinbar überflüssige Masseleitungen dürfen nicht entfernt werden.*

4.835 Allgemeine Erfahrungsgrundsätze für die Entstörung von älteren Fernsehempfängern

Herabsetzen der Zeilen- und der Videostörstrahlung

1. *Überprüfung des einwandfreien Massenanschlusses von Ablenkeinheit, Außenbelag der Bildröhre und Abschirmung der Rückwand sowie Bildröhrenblende.*
2. *Bei noch ungeschirmter Bildröhrenblende diese innen mit Leitlack bestreichen (spritzen) oder mit Stanniolfolie bekleben; dann an Belag Lötöse anlöten und mit dem Chassis über einen Berührungsschutzkondensator von 4,7 nF, 500 V ~ || Widerstand 4,7 MΩ verbinden*[1]*).*
3. *Gegebenenfalls Videogleichrichter einschließlich Filter und Video-Endstufe abschirmen.*
4. *Bildröhrentubus an der Rückwand und diese selbst (wenigstens im größeren Umkreis des Tubus) mit Leitlack behandeln oder mit Metallfolie bekleben. Abschirmung gleichfalls mit Lötöse versehen und Berührungsschutzkondensator von 4,7 nF, 500 V ~ (evtl. in Parallelschaltung mit Widerstand von 4,7 MΩ) an das Chassis anschließen.*
5. *Bodenplatte abschirmen und an Masse legen.*
6. *Heizfadenanschluß der Zeilen-Endröhre an dem Ende, das die größte Spannung gegen Chassis führt, über 47-nF-Kondensator mit Masse verbinden.*
7. *Netzseitiges Ende des Heizfadens der Boosterdiode über einen Kondensator von 0,1 µF, 750 V – an Masse legen.*
8. *Die beiden Netzadern hinter dem doppelpoligen Netzschalter durch Kondensator von 0,1 µF überbrücken.*
9. *Eventuell Netzentstörung durchführen, z. B. durch Einbau des Funk-Entstörers Siemens SGG 2801 b unmittelbar in die Netzzuführung.*

Herabsetzen der Oszillator-Störstrahlung

10. *Anlöten einer am Ende offenen λ/4-Stichleitung an die Antennenklemmen des Tuners, das Abschirmgeflecht dabei an Masse legen.*

Die Stichleitung wird aus abgeschirmtem 240-Ω-Antennenkabel gefertigt und soll ca. 10 cm lang sein. Sie bildet dann für die Mitte vom UHF-Bereich einen Saugkreis und setzt somit die Antennenstrahlung wesentlich herab.

11. *Verdrosseln der Zuleitungen zum Kanalwähler bzw. Tuner unmittelbar an den Durchführungskondensatoren.*

Die einzelnen Drosselspulen kann man selbst herstellen, indem man 15 cm isolierten Schaltdraht von 0,5 mm ⌀ über einen Dorn von 3 mm ⌀ wickelt. Durch die Beschaltung der Zuleitungen mit diesen Luftspulen verhindert man, daß der an den Durchführungskondensatoren oft noch vorhandene Rest an Hf-Spannung verschleppt und abgestrahlt wird.

[1]) Achtung! Sicherheitsvorschriften befolgen! Abschirmungen, die von außen berührt werden können, grundsätzlich nur über Berührungsschutzkondensator an Masse legen.

Beim Einfügen der Drossel in die Zf-Leitung des Kanalwählers bzw. Tuners ist das Eingangsfilter nachzugleichen. Die Drosseln sind so anzuordnen, daß sie nicht aufeinanderkoppeln (evtl. Achsen senkrecht zueinander richten!).

12. *Abschirmungen am Tuner verbessern! Dabei Abdeckbleche, Röhrenkappen, Schalterachse, Trimmer, Meßpunkte usw. berücksichtigen.*

Die Abschirmung kann für den UHF-Bereich als gut angesehen werden, wenn der Tuner „wasserdicht" ist.

13. *Antennenzuführung von Antennen-Anschlußbuchsen bis Kanalwähler-(Tuner-)eingang abschirmen.*

Bemerkung: Ob diese Maßnahmen – zuzüglich der unter Punkt 2, 4 und 5 benannten – ausreichend sind, muß die Praxis erweisen. Statt die Arbeiten nach Punkt 10, 11 und 12 durchzuführen, wird es unter Umständen zweckmäßiger sein, einen neuen störstrahlungsarmen Tuner einzubauen. Man richtet sich am besten nach den Empfehlungen des Geräteherstellers.

4.84 UHF-Empfang mit älteren Fernsehempfängern

Für die nachträgliche UHF-Erweiterung älterer Fernsehempfänger entwickelte die Industrie UHF-Teile, die die Frequenz eines beliebigen UHF-Senders entweder auf einen bestimmten VHF-Kanal im Bereich I oder auf die übliche Zwischenfrequenz (38,9 MHz) umsetzen.

UHF-Konverter

Bei dem erstgenannten Typ, *Konverter* genannt, handelt es sich im Prinzip um einen kompletten UHF-Tuner mit Abstimmeinrichtung, der eine zusätzliche Oszillator-Mischstufe besitzt. Solche Konverter mit einem Ein- und Ausgang von je 240 Ω sym. erfordern keinen elektrischen Eingriff in den Fernsehempfänger; es gibt sie als Aufstell- und als Einbaugeräte.

Alle Bemühungen der Hersteller zielten darauf hin, für diese Geräte eine bequeme Bedienung zu schaffen. So wird z. B. die VHF-Antennenleitung über den Konverter geschleust, wodurch sich ein Umstecken der Antennen erübrigt. Auch der Netzanschluß des Fernsehempfängers erfolgt über den Konverter; beide Geräte werden gemeinsam ein- und ausgeschaltet (evtl. über Thermorelais). Bei verschiedenen Typen kuppelt man den gemeinsamen Ein/Ausschalter mit einem Umschalter, der bei Stellung „Ein" die VHF-Antenne mit dem Empfänger direkt, bei zusätzlichem Drücken der „UHF-Taste" den Ausgang des Konverters mit dem Eingang des Empfängers verbindet.

Die **Tabelle 4.84–1** enthält eine Übersicht über die damals bekanntesten UHF-Aufstell-Konverter, denen man hin und wieder noch begegnet. Sie wurden durchweg mit den Röhren EC 88, EC 86 und einem Trokkengleichrichter bestückt.

Bild 4.84–1 zeigt als Beispiel eine vollständige Schaltung des Telefunken-UHF-Konverters UV 2. Sie ist für den Servicegebrauch so gezeichnet, daß ein räumlicher Zusammenhang mit der Schaltung im Gerät besteht; bei geöffnetem Deckel zeigt sich nämlich der umgekehrte Verlauf wie bei den sonst üblichen Stromlaufplänen, die man von links nach rechts verfolgt.

In **Tabelle 4.84–II** sind einige neuere Typen aufgeführt, die den Frequenzbereich 470 ...

Tabelle 4.84–I. Ältere UHF-Konverter

Fabrikat	Typ	Fabrikat	Typ
AEG	07150*)	Metz	o. Bez.
Blaupunkt	07150*)	Philips	NT 1152
Grundig	UC 1	Schaub-Lorenz	FK 20
Imperial	DT 7–1	Siemens	UV 2*)
Kuba	DT 7–1	Telefunken	UV 2*)
Loewe-Opta	CV 91	Tonfunk	UK 1/2

Tabelle 4.84–II. Neuere UHF-Konverter

Lieferant	Typ	Lieferant	Typ
Bürklin München/Düsseldorf	für Netz- oder Batteriebetrieb	Winter, Robert Lüdenscheid	für Aufstellung und Schnelleinbau
ETE Electronic Niefern	für Aufstellung und Schnelleinbau	TV-electronic GmbH., Frankfurt	Super 2
FTE maximal Mühlacker	C 2064 F C ZF 2064 F	Weiss, Germar. Frankfurt/M.	Super 2
Schäfer, Justus Recklinghausen	für Aufstellung und Schnelleinbau	Werco Werner Conrad	Noris
Schwaiger, Chr. Langenzenn/Nbg.	5580 N		

Liefermöglichkeit vorbehalten!

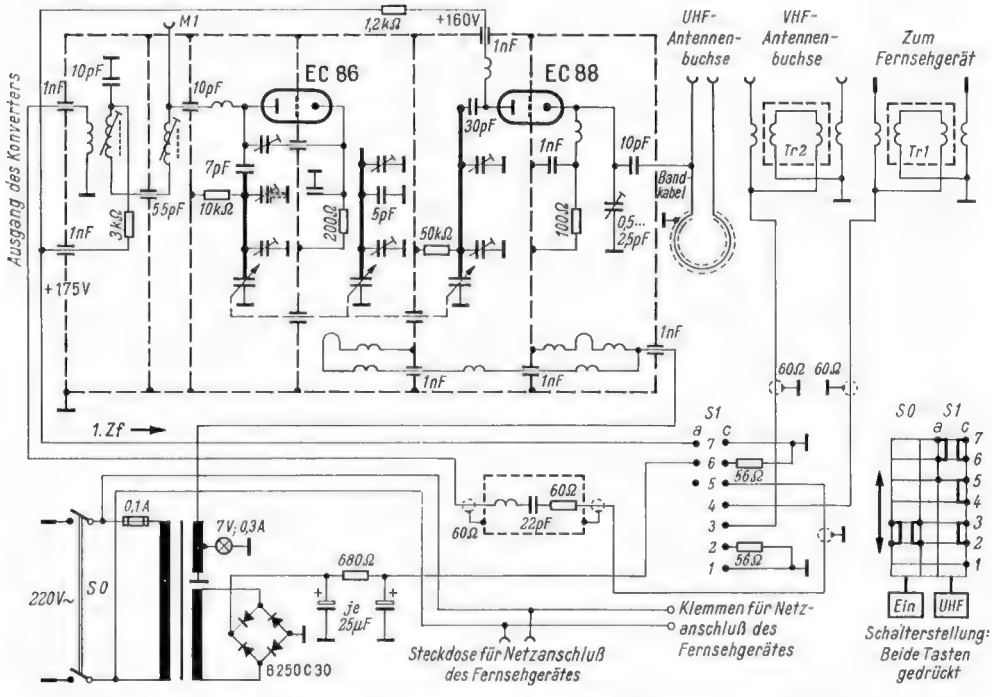


Bild 4.84–1 Serviceschaltung des Telefunken-UHF-Konverters UV 2

Bild 4.84–2 Transistor-UHF-Konverter Nogoton TC-64 III (Delektronik KG, Delmenhorst)

Bild 4.84–3 Transistor-UHF-Konverter 5580 N (Schwaiger, Langenzenn)

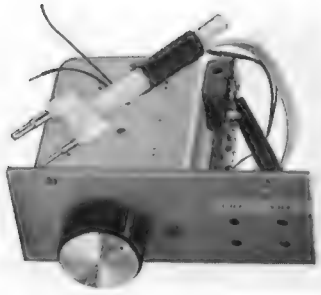


Bild 4.84–4 UHF-Schnelleinbaukonverter (Kaminski, Haltern und andere)

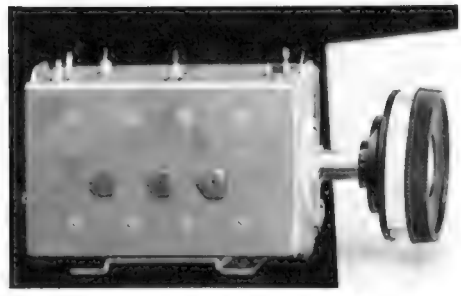
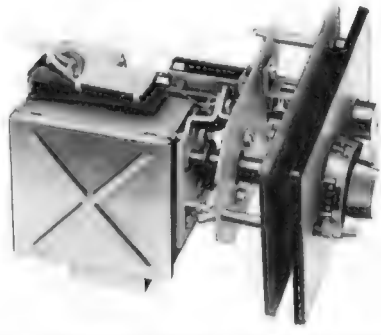


Bild 4.84–5 UHF-Konverter-Tuner K 61 UA mit Grob/Feingetriebe und Abstimmknopf mit Frequenzskala (G. Weiß, Frankfurt/M.; TV-electronic, Frankfurt u. a.)

860 MHz (Kanäle 21 . . . 70) umfassen und durchweg mit Transistoren (2 x AF 139 oder AF 239/AF 139) bestückt sind. Zwei Muster solcher Geräte werden in den Bildern **4.84–2** und **–3**, zwei Ausführungen für den Einbau in das Gehäuse des Fernsehempfängers in den Bildern **4.84–4** und **–5** dargestellt.

Einfache Frequenzumsetzer

Von dem zweiten, eingangs genannten Typ, der also die Frequenz eines UHF-Senders direkt auf die Zwischenfrequenz von 38,9 MHz umsetzt, gibt es nur Einbauausführungen. Sie enthalten einen transistorisierten Normaltuner mit einer zusätzlichen Zf-Verstärkerstufe und werden, wenn räumlich möglich, an der Rückwand oder an einer inneren Seitenwand des Empfängers (meist) zentral befestigt, so daß die Bedienungsplatte mit dem UHF-Abstimmknopf (gerastete Kanaleinstellung mit Feineinstellung) und einer Duplex-Umschalttaste (VHF/



4.84–6 Universal-UHF-Transistorteil UUTT (Grundig)

UHF-Empfang) von außen zugänglich ist **(Bild 4.84–6).** Die Montage und die elektrische Verbindung mit dem Chassis des Fernsehgerätes (z. B. Koaxialkabel mit Aufblasbecher zur VHF-Mischröhre) lassen sich nach Anweisung leicht und schnell durchführen.

5 Farbfernseh-Service

5.1 Einleitung

Mit der Eröffnung der 25. Großen Deutschen Funkausstellung am 25. August 1967 in Berlin etablierte sich in der Bundesrepublik Deutschland und in Westberlin das Farbfernsehen nach dem von Prof. Dr. Walter Bruch (AEG-Telefunken) entwickelten PAL-Verfahren. Dieses Verfahren wurde auf der XI. Vollversammlung des C. C. I. R. in Oslo Ende Juli 1966 für einen großen Teil Europas, so von den Ländern BRD, Dänemark, Finnland, Großbritannien, Irland, Island, Norwegen, den Niederlanden, Österreich, der Schweiz und Schweden, als Norm erklärt, Ende 1967 von Belgien übernommen, Ende 1969 von Spanien als Norm vorgeschlagen und im Januar 1971 von Jugoslawien offiziell für die Einführung vorgesehen. Dazu kommen außerhalb Europas bis jetzt Brasilien, Australien und Neuseeland, die PAL als Norm erklärt haben, sowie Thailand und Hongkong, wo PAL seit zwei Jahren eingeführt ist.

Über das PAL-Verfahren selbst informieren zahlreiche Fachbücher und Fachaufsätze, so daß in den Abschnitten 5.41 und 5.42 nur eine knappe Darstellung darüber gebracht zu werden braucht. Der grundsätzliche Aufbau der Farbfernsehempfänger ist gleichfalls aus vielen Veröffentlichungen bekannt; im Abschnitt 5.43 begnügen wir uns daher mit einer Kurzfassung, wobei ein Blockschema als Leitfaden dient. Wer sich näher mit Verfahrens- und Empfängerfragen befassen will, findet im Literaturverzeichnis des Anhangs detaillierte Quellenangaben. Einige wesentliche Informationen über die hauptsächlichsten Schaltungsvarianten in Industrieempfängern sind in den Abschnitten 5.44 und 5.5 gegeben. Das Schwergewicht der Ausführungen im Farbfernsehteil liegt wie im Schwarzweißteil im Behandeln von Servicefragen, angefangen beim Informieren des Kunden über die Unterscheidungsmerkmale der Geräte, fortgesetzt bei den Fragen ihrer Aufstellung im Heim des Kunden, der Bedienung der Geräte, der richtigen Einstellung der Farbreinheit und Konvergenz, des Abgleichs, der Fehlerortung bis zur Verbesserung der Antennenanlagen.

Der Kunde sollte wissen, daß der Farbfernsehempfänger das technisch hochwertigste Konsumgut ist; es weist die höchste Präzision auf, die jemals in der Massenfertigung erreicht wurde. Das trifft besonders für die Farbbildröhre zu, deren Kosten allein die eines kompletten Schwarzweißempfängers übersteigen.

Im Startjahr 1967 wurden in der BRD und in Westberlin rund 100 000 Farbfernsehgeräte, im Jahr 1968 etwa 275 000, im Jahr 1969 nahezu 400 000 Stück und im Jahr 1970 etwa 600 000 Stück an den Konsumenten verkauft. Für 1971 und die folgenden Jahre rechnet man gleichfalls mit einem großen Zuwachs. Die Servicebetriebe müssen sich daher in ihrer Leistungsfähigkeit diesem steigenden Umsatzvolumen sowohl personell als auch räumlich und technisch anpassen. Dabei kommt der besseren Aus- und Weiterbildung der Fachkräfte als wesentlicher Rationalisierungsfaktor eine steigende Bedeutung zu.

5.2 Arten von Farbfernsehgeräten

Auch unter den Farbfernsehgeräten gibt es eine große Auswahl; schon beim Verkaufsstart am 1. Juli 1967 zählte man rund 40 Typen. Auf der 25. Großen Deutschen Funkausstellung im September 1967 brachten 16 Hersteller über 45 Modelle. Kurze Zeit darauf enthielt das Marktangebot 60 Typen, und 1970 registrierte man rd. 100 Typen. Nun ist aber aus Gründen der Rationalisierung die Anzahl der Chassis weit geringer. Auf je eines kommen etwa fünf bis sechs Gerätetypen, die sich im wesentlichen nur durch die Gehäuseform und den Bedienungskomfort unterscheiden. Von 1971 an ist allerdings für eine gewisse Übergangszeit zwischen Chassis für eine Ablenktechnik von 90° und für 110° zu unterscheiden.

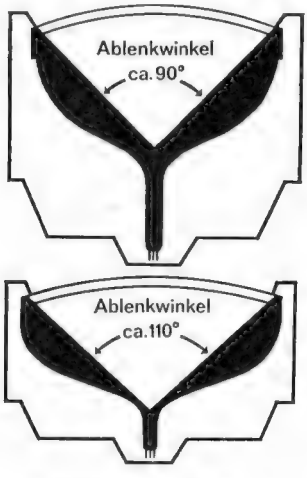


Bild 5.2–1 Platzbedarf der 90°- und 110°-Farbbildröhren (Prinzipdarstellung)

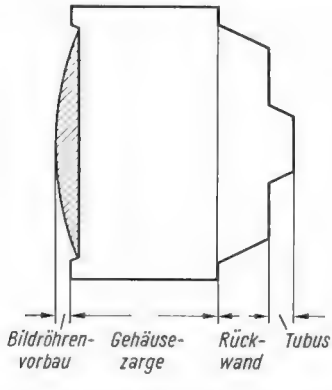


Bild 5.2–2 Aufteilung der Tiefenmaße eines Farbfernsehgerätes

Als Farbbildröhre kam zunächst der von AEG-Telefunken und Valvo hergestellte Dreistrahl-Lochmaskentyp A 63 – 11 X mit einem Ablenkwinkel von 90° und einer Schirmdiagonale von 63 cm auf den Markt. Die „nutzbare" Schirmdiagonale – über die Bildröhrenmaske gemessen – beträgt 584 mm, weil der Rand der Schirmfläche von der Schattenmaske abgedeckt wird. Das Bild wirkt also nicht viel größer als das von einem 59er Schwarzweißempfänger. Die 63-cm-Bildröhre A 63 – 11 X wurde 1970 durch die 66-cm-Bildröhre A 66 – 120 X abgelöst, die sich von ihrem Vorgänger durch das Seitenverhältnis von 3 : 4 und ein fast rechteckförmiges Bildformat unterscheidet. Parallel zu den vorgenannten „großen" Bildröhren erschien 1968 die 56-cm-Bildröhre A 56 – 11 X, ebenfalls mit dem Seitenverhältnis der Schirmfläche von 3 : 4.

Als logische Fortsetzung dieser Entwicklung kamen Ende 1970 die ersten Farbfernsehempfänger mit 66-cm-Bildröhren und einem Ablenkwinkel von 110° auf den Markt. Damit wurde einer Forderung entsprochen, die Farbfernsehgeräte in ihrer Gehäusetiefe den Abmessungen von Schwarzweißempfängern anzupassen.

Neben den vorgenannten europäischen Farbbildröhren sind bei einigen Geräten auch amerikanische und japanische Bildröhren vertreten. Sie entsprechen in ihren elektrischen Daten weitgehend den europäischen Farbbildröhren, können jedoch in den Abmessungen abweichen.

Die wesentlichen Daten der in der BRD hergestellten Farbbildröhren sind in der **Tabelle 7 – V** im Anhang dieses Buches wiedergegeben. Die Verkaufsstatistiken zeigen, daß Geräte mit 63er und neuerdings mit 66er Röhren vom Markt bevorzugt werden.

Bei Farbgeräten mit 63-cm-Bildröhre und 90°-Ablenkung ergibt sich bei einer Röhrenlänge von 52 cm eine Gesamttiefe von durchschnittlich 57 cm. Dagegen hat ein SW-Gerät mit 61-cm-Bildröhre und 110°-Ablenkung nur eine Gesamttiefe von ca. 40 cm. Die neueren Farbbildröhren mit 110° Ablenkung lassen aber gleichfalls geringere Gehäusetiefen zu **(Bild 5.2–1)**. Je nach Gestaltung des Gehäuses und Einbau der Farbbildröhre gliedert sich das Tiefenmaß in die in **Bild 5.2–2** angedeuteten Einzelmaße. Die Gesamttiefe setzt sich also zusammen aus Bildröhren-Vorbau + Gehäusezarge + Rückwand + Tubus.

Das Gewicht der Farbempfänger ist naturgemäß auch größer als das der SW-Geräte. Während es bei den Tischmodellen der SW-Ausführungen im Mittel 28 kg beträgt, wiegt das äquivalente Modell für Farbwiedergabe durchschnittlich 48 kg. Größe und Gewicht eines Farbfernsehempfängers bedingen bei einem Transport die Aufwendung von zwei Arbeitskräften und eines entsprechenden Fahrzeugs.

An aktiven Bauelementen enthält der Farbfernsehempfänger sowohl Röhren als auch Transistoren; er ist also wie noch die meisten Schwarzweißgeräte gemischt bestückt (Hybridempfänger). Im ersten Baujahr 1967/68 wurden in den Geräten bereits überwiegend Transistoren verwendet, und zwar vorzugsweise Silizium-Planar-Transistoren. Geräte der Baujahre 1969/70 und 1970/71 enthalten meist nur noch in den Kippteilen und in der Ton-Endstufe Röhren. Mit der Zeit wird aber auch hier der Transistor die Röhre ersetzen. Inzwischen hat eine Entwicklung eingesetzt, die auf eine Verwendung von integrierten Schaltkreisen drängt, denn hiermit lassen sich elektronische Geräte zuverlässiger bauen als mit „diskreten" Bauelementen.

Die Gesamtzahl der diskreten Bauelemente im Farbempfänger gegenüber einem Schwarzweißempfänger ist mindestens doppelt so hoch. So sind in einem der neueren Farbgeräte 4 Empfängerröhren, 55 Transistoren, 70 Dioden sowie rund 400 Widerstände, 300 Kondensatoren, 60 Spulen und 7 Transformatoren zu zählen. An viele dieser Teile werden wesentlich höhere Anforderungen gestellt als vergleichsweise an jene, die sich im Schwarzweißempfänger befinden. Will man die gleiche Betriebssicherheit erreichen, so müßte also die Zuverlässigkeit der Bauteile im Farbgerät noch größer sein. Hier aber gibt es wirtschaftliche Grenzen, und so ist die natürliche Folge, daß die Zahl der statistisch zu erwartenden Ausfälle entsprechend höher liegt als bei einem Schwarzweißempfänger.

Hinsichtlich der Form der Farbfernsehgeräte unterscheidet man wie bei SW-Ausführungen zwischen

Portables,
Tischgeräten,
Standgeräten,
Schrankgeräten und
Kombinationstruhen,

wovon Portables noch keine und Kombinationen nur eine außerordentlich geringe Marktbedeutung haben; Tischgeräte beherrschen das Angebot. Fußgestelle aus Holz oder verchromtem Stahl, feststehend, fahrbar und/oder drehbar, verwandeln einzelne Tischgeräte in Standardausführungen. Der Anteil der Standgeräte am Gesamtabsatz ist von ursprünglich (1967) 20 % inzwischen auf weniger als 10 % abgesunken.

5.3 Aufstellung und Bedienung

Betrachtungsabstand

Im Prinzip gelten für das richtige Aufstellen der Farbfernsehgeräte die gleichen Richtlinien wie für SW-Geräte (siehe unter 1.12). Es ist also auch beim Farbfernsehen ein bestimmter Mindestabstand zum Bildschirm einzuhalten; man sollte aus dieser Entfernung keine Rasterpunkte mehr erkennen. Bei den Bildschirmen mit 56-cm- und mit 63- oder 66-cm-Diagonale sieht man die Darbietung am besten aus einer Entfernung von 2...3 m.

Raum- und Umfeldbeleuchtung

Man muß weiterhin dafür sorgen, daß kein Sonnen- oder helles Raumlicht direkt auf den Bildschirm fällt, da sonst störende Reflexe auftreten könnten und die Farbwiedergabe durch den überlagerten Weißgehalt beeinträchtigt, also entsättigt würde. Außerdem könnte sich die spektrale Zusammensetzung des Fremdlichtes zusätzlich farbverfälschend bemerkbar machen. Fremdlicht hat meist irgendeinen hervortretenden Farbton. So ist beispielsweise das Licht von Glühlampen gelblich und das vieler Leuchtstofflampen bläulich. Die Beleuchtung ist dann richtig, wenn beim Betrachten relativ heller Schirmbilder der Bildeindruck beim Ein- und Ausschalten der Raumleuchten ungefähr der gleiche bleibt.

Als günstigste Raumbeleuchtung hat sich gedämpftes Licht erwiesen, das nur die Wand beleuchtet, vor der das Gerät aufgestellt ist. Man kann auch, wie zuvor für die SW-Wiedergabe empfohlen, eine spezielle, an der Gehäuserückwand zu befestigende Fernsehleuchte verwenden, die Lichtreflexe ausschließt und Farbverfälschungen weitgehend vermeidet.

Magnetische Einflüsse

Wesentlich stärker als beim SW-Empfänger macht sich beim Farbgerät der Einfluß eines Magnetfeldes, mithin auch des Erdmagnetfeldes, bemerkbar; er wirkt sich auf die Ablenkung der drei Elektronenstrahlen aus, beeinträchtigt also die Farbreinheit, und zwar bei 90°-Röhren mehr (weil hier die Strahlen länger sind) als bei 110°-Röhren. Aus diesem Grund müssen die Eisenteile des Farbgerätes, insbesondere die Metallummantelung und die Lochmaske der Farbbildröhre, entmagnetisiert werden. Da nun das *Erdfeld* an jedem Aufstellungsort des Gerätes anders verläuft und ständig oder vorübergehend weitere Magnetfelder auf das Gerät einwirken können (z. B. der Lautsprecher eines benachbarten Rundfunkempfängers), ist bereits in jedem Farbfernsehgerät eine solche Entmagnetisiereinrichtung eingebaut, die jeweils nach dem Einschalten des Empfängers wirksam wird. Reicht diese Maßnahme nicht aus, um die meist lokal begrenzten Farbflecke (*Farbunreinheitsbezirke*) zu beseitigen, so sollte man das Gerät ausschalten und nach einer Wartezeit von etwa 15 min erneut einschalten (diese Wartezeit entspricht der Dauer für das Erkalten des PTC-Widerstandes, der in Reihe zur Magnetisierungsspule liegt). Hilft auch dies nicht weiter, dannn muß man eine Entmagnetisierungsspule zu Hilfe nehmen, die zu jedem Werkstattinventar gehört (Abschnitt 5.62). Die Spule wird an das Wechselstromnetz angeschlossen, mit kreisenden Bewegungen vor dem Bildschirm entlanggeführt, dann langsam bis auf etwa drei Meter entfernt, um 90° gedreht und wieder vom Netz getrennt.

Bei der Erstaufstellung eines Farbfernsehers ist mitunter die Farbreinheit und im Gefolge davon die Konvergenz nachzustellen. Befindet sich das Gerät nach einem Wechsel des Standortes in der gleichen Winkellage, so bleibt die zuvor richtig eingestellte Farbreinheit im allgemeinen erhalten.

Erfährt das Gerät eine Drehung um mehr als 90°, so ist das Nachjustieren in gewissen Fällen, bei 180° in vielen Fällen unumgänglich. Über die dabei auszuführenden Arbeiten, Einstellung der Farbreinheit und statische Konvergenzkorrektur, unterrichtet Abschnitt 5.63.

Wärmeeinflüsse

Das Gerät darf nicht nahe einem Heizkörper aufgestellt werden, damit sich die Temperatur im Inneren des Gerätes nicht unzulässig erhöht. Gegen Unterbringung des Farbempfängers in einem Schrankregal bestehen keine Bedenken, wenn für ein genügend großes Temperaturgefälle Sorge getragen wird. Normal temperierte Zimmerluft muß also ungehindert in die Boden- und Rückwandspalten gelangen; erhitzte Luft, die hier und dort – besonders in den Ablenkstufen – im Empfänger entsteht, muß ungehindert aus den oberen Öffnungsspalten herausdringen können, ohne an Regalbrettern bzw. -Ecken gestaut zu werden

(**Bild 5.3–1**). In den unteren Fachböden sind bei Einbauten oder engen Fächern Lüftungsschlitze von ca 15 mm Breite bei 20 mm Stegbreite im Bereich der Gerätegrundfläche auszusägen. Das darunterliegende Fach muß für den Zugang von Frischluft offen sein. Ist es geschlossen, so sorge man für einen genügend breiten Luftkanal, durch den „Kühlluft" herangeführt wird. Natürlich ist auch unbedingt dafür zu sorgen, daß die erwärmte Luft wieder abziehen kann. Das ist stets dann notwendig, wenn die Einbaufächer Türen aufweisen, die während des Betriebes geschlossen werden können. In diesem Falle sollte man auch nach oben einen Abzugskanal schaffen, der groß genug ist, daß die Abluft durch Kaminwirkung abziehen kann.

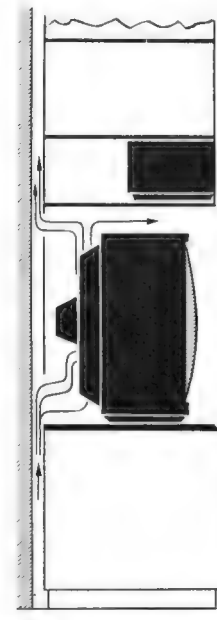


Bild 5.3–1 Lüftungsverhältnisse eines Fernsehgerätes beim Einbau in ein Schrankregal

Bedienung

Ein Farbfernsehempfänger ist praktisch ebenso einfach zu bedienen wie ein Schwarzweißgerät, wenn man ihn zunächst auf gute Schwarzweißwiedergabe einstellt und dann den Farbsättigungs- (Farbstärke-, Farbkontrast-) „regler" (Knopf oder Schieber) vom Nullpunkt aus nur so weit betätigt, bis das Bild eine als natürlich empfundene Farbwiedergabe zeigt. Ein Optimum der Farbgüte wird mitunter erst nach einer kleinen Korrektur von Helligkeit und Kontrast erreicht. Möchte man sich nach dem Verstellen mehrerer Bedienungsorgane davon überzeugen, wie weit eine gute Schwarzweißwiedergabe noch erhalten blieb, so drückt man – falls vorhanden – auf die „Farbtaste" des Gerätes.

Der Laie neigt anfänglich zum Übertreiben der Farbsättigung, so daß auf dem Schirmbild eine Person mit bräunlich getöntem Gesicht die Gesichtsfarbe einer Rothaut erhält; Zurückhaltung ist hier angebracht, denn die Farben der Natur sind durchweg Pastelltöne. Zu bunte Bilder wirken nicht nur unnatürlich, sondern ermüden auch das Auge. Die Farbqualität ist zudem sehr von der Art der Darbietung abhängig. Die Übertragung eines für die Kinoprojektion gedrehten Films erreicht nicht die Farbgüte einer für das Fernsehen zugeschnittenen Darbietung, unabhängig davon, ob diese direkt (life) oder als Aufzeichnung auf speziellen Filmen bzw. Magnetband übertragen wird.

Sollte sich bei einer Farbsendung trotz eingestellter Farbsättigung kein farbiges Bild zeigen, so ist die Kanalabstimmung (behutsam) zu korrigieren. Der Ausfall der Farbe kann aber auch übertragungsseitig und schließlich durch einen Gerätefehler bedingt sein.

Der sogenannte *Farbtonregler* (manchmal auch Farbblende genannt) erlaubt eine leichte Veränderung des Farbtones ins Rot-Bräunliche bzw. Bläuliche, sowohl bei Farb- als auch SW-Wiedergabe. Im ersten Fall kann dies nützlich sein, wenn bestimmte Farbsendungen (Farbfilme) im Gesamtton etwas blau- oder rotstichig sein sollten. Bei SW-Wiedergabe handelt es sich lediglich um Einstellungen nach persönlichem Geschmack, wobei man das Bild, um einen warmen Ton zu erzielen, chamois bringen kann oder leicht bläulich, wenn die Kontrastwirkung gesteigert werden soll. In gewissen Fällen vermag man mit dem Farbtonregler auch den Einfluß des

Tageslichtes oder den bestimmter Raumleuchten (farbige Lampenschirme, Leuchtstofflampen) zu verringern.

Außenanschlüsse

Als vorteilhaft erweist sich die Anwendung einer Fernbedienungseinrichtung für Helligkeit, Farbsättigung (Farbstärke) und Lautstärke. Man kann dann für Nacheinstellungen das Bild besser übersehen und bei einer Unterhaltung mit den anderen Zuschauern oder beim Telefonieren die Tonwiedergabe angemessen verringern. Das Zuführungskabel ist in der Regel 7 m lang. Für das Einführen des Steckers in die Fernbedienungs-Anschlußbuchse beachte man die Markierungen und etwaige Hinweise auf der Rückwand oder in der Bedienungsvorschrift. Zweckmäßig ist eine Zugentlastung des Kabels, die z. B. in Form eines Kunststoffstreifens mit zwei Steckknöpfen unter mechanischer Spannung in zwei Entlüftungsschlitze der Rückwand gedrückt wird.

Neben den Fernbedienungen über eine Leitung gibt es auch drahtlose (Saba-Telecommander), die mit Hilfe eines kleinen Senderkästchens einen im Fernsehempfänger vorhandenen Ultraschallempfänger steuern, der die Kommandos an den Bedienungsteil weitergibt.

Verschiedene Farbfernsehgeräte erlauben den Anschluß eines Außenlautsprechers parallel zum eingebauten oder – wenn eine (Norm-)Schaltbuchse vorhanden ist – auch unter Abschaltung des eingebauten Lautsprechers.

Erwähnenswert ist, daß in einem solchen Fall statt des Außenlautsprechers auch ein Kopfhörer angeschlossen werden kann; er ist nützlich, wenn man die Umwelt nicht stören oder sich selbst vor Umweltgeräuschen bewahren möchte.

Einzelne Geräte ermöglichen es ferner, zur Aufnahme des Fernsehtones ein Tonbandgerät anzuschließen; meist ist dazu ein kleiner Adapter erforderlich, der an der Innenseite der Gehäuserückwand angebracht wird.

In naher Zukunft wird es auch Anschlußmöglichkeiten für *Videorecorder* (Bildbandgeräte) geben, so daß der Gerätebesitzer bestimmte Programme selbst aufnehmen und beliebig wiedergeben kann.

Achtung

Wenn ein Farbfernsehempfänger bei einem Kunden aufgestellt werden soll, so gilt für dieses Gerät, mehr als für andere, daß es im Laden oder in der Werkstatt überprüft worden ist. Das ist kein Mißtrauen gegen den Hersteller, sondern nur eine vorbeugende Maßnahme für den Fall, daß der Empfänger nicht sachgemäß transportiert wurde. Etwaige Fehler wären dann in der Werkstatt besser zu beheben als beim Kunden. Korrekturen für die einwandfreie SW- und Farbwiedergabe sind jeweils erst nach 15 Minuten Einschaltzeit vorzunehmen. Genau genommen gelten folgende Regeln:

Befindet sich der Empfänger bereits mindestens fünf Stunden in einem Raum mit Zimmertemperatur (etwa 20 °C), so wird er eingeschaltet und bei voller Bildhelligkeit (jedoch ohne Übersteuerung) für die Dauer von wenigstens 15 Minuten im Betriebszustand belassen.

Wurde der Empfänger ab Lager geliefert oder bei kalter Witterung transportiert, dann ist er für die Dauer etwa einer Stunde bei mittlerer Bildhelligkeit und für weitere 15 Minuten bei voller Bildhelligkeit im Betriebszustand zu belassen. Konvergenzfehler, die aus rund 2,5 m Entfernung nicht mehr zu erkennen sind, werden die Bildwiedergabe kaum noch beeinflussen.

Was weiterhin geklärt sein müßte, das sind die Empfangsverhältnisse beim Kunden. Wo ein objektiv guter rausch- und geisterfreier SW-Empfang sichergestellt ist, dort darf man auch einen einwandfreien Farbempfang erwarten.

5.4 Technische Grundlagen des Farbfernsehens

Wer anstrebt, im Service der Farbfernsehgeräte perfekt zu sein, muß die Grundlagen der Farbfernsehtechnik beherrschen. Dazu gehört ein gewisses Maß an Kenntnissen der Farbphysik und der prinzipiellen Signalverläufe auf dem Wege von der Farbfernsehkamera bis zur Farbfernsehbildröhre. Hier soll unter Bezug auf schon gebrachte Hinweise in den Abschnitten 2.44, 2.46 und 3.493 ein kurzer Abriß vermittelt werden.

5.41 Von der Farbbildzerlegung bis zur Farbbildzusammensetzung

5.411 Studioseite

Alle Farbfernsehübertragungssysteme gehen von der Tatsache aus, daß man jede in der Natur vorkommende Farblichtstrahlung durch drei sogenannte Primärstrahler, Rot (R), Grün (G) und Blau (B), nachbilden kann. Die drei sich einander teilweise überdecken-

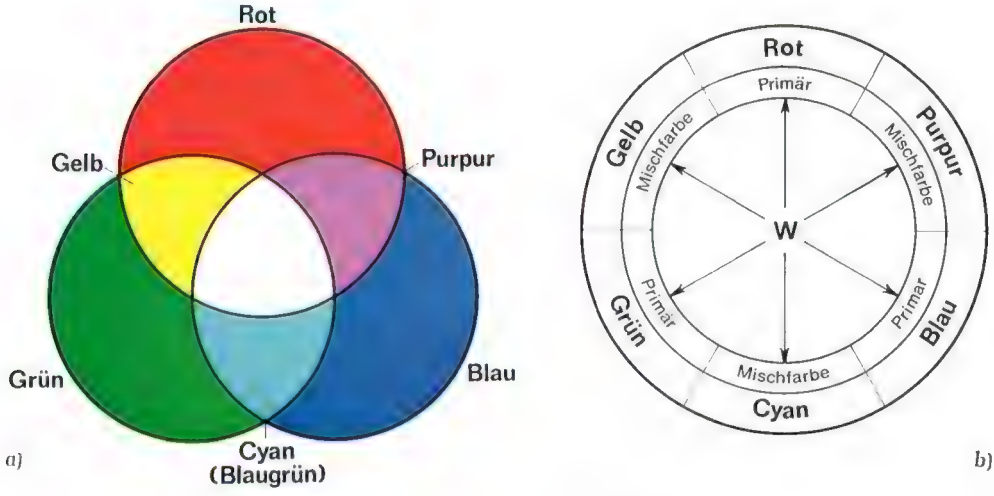


Bild 5.41–1 Additive Farbmischung

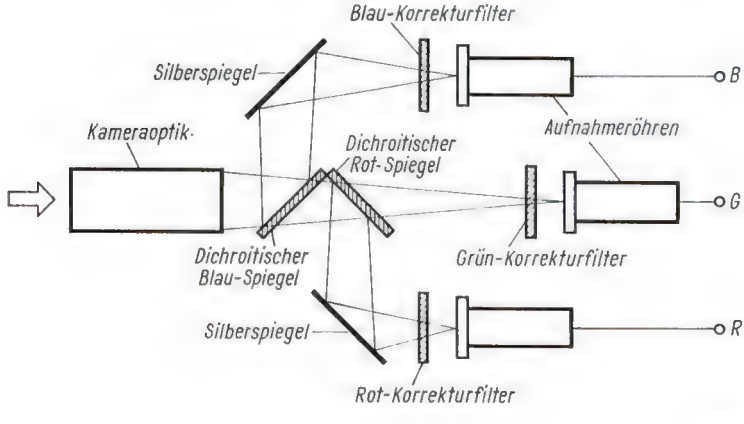


Bild 5.41–2
Strahlengang in einer Farbfernsehkamera

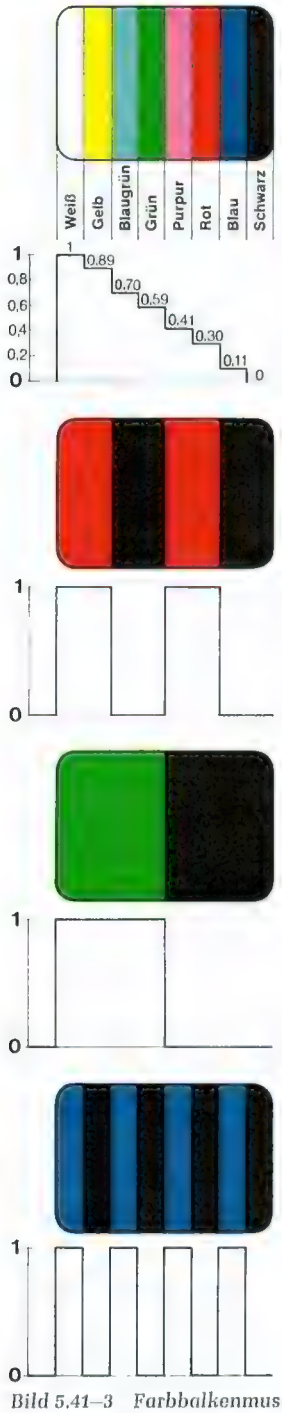


Bild 5.41–3 Farbbalkenmuster, geordnet nach sinkender Helligkeit (Helligkeitsbalken)

den Farbflächen (**Bild 5.41–1a**), so wie man sie mit je einem Bildwerfer mit entsprechendem Farbfilter auf eine weiße Wand projizieren kann, beweisen das. Sie zeigen neben den Ursprungsfarben die additiven Farblichtmischungen Gelb (aus Rot und Grün), Blaugrün (aus Grün und Blau), Purpur (aus Blau und Rot) und beim Überlappen aller drei Farben die „unbunte" Farbe Weiß. In Bild 5.41–1**b** sind nochmal die Primärfarben sowie deren Mischprodukte in einem Farbkreis schematisch dargestellt. Die einander gegenüber liegenden Farben ergeben – additiv gemischt – jeweils Weiß, d. h. sie sind komplementär.

Aus dieser Erkenntnis heraus wird auf der Senderseite in der Kamera das zu übertragende Farbbild in drei Farbauszüge, je einen roten, grünen und blauen, zerlegt. Das geschieht durch ein System von normalen Spiegeln und solchen, die nur bestimmte Farben reflektieren (*dichroitische Spiegel*), und zwar in Verbindung mit drei Aufnahmeröhren, von denen jede über ein zusätzliches Korrekturfilter einer der drei Farben zugeordnet ist. Die prinzipielle Schnittzeichnung einer solchen Kamera zeigt **Bild 5.41–2**. Jeder Farbauszug wird von dem Elektronenstrahl der entsprechenden Aufnahmeröhre abgetastet, und es entstehen dann die drei Kamerasignale U_R, U_G und U_B. In der Folge wollen wir uns aus Gründen der einfacheren Darstellung das Formelzeichen U ersparen; es heißt dann hier z. B. lediglich R, G und B.

Überträgt man ein Farbbild, das sich wie in **Bild 5.41–3** aus verschiedenen, nach Helligkeit geordneten Vertikalstreifen in den unbunten und bunten Farbtönen: Weiß, Gelb, Cyan (Blaugrün), Grün, Purpur (Magenta), Rot, Blau, Schwarz zusammensetzt (sogenanntes Farbbalkenbild), so erhält man in der Farbfernsehkamera die drei Farbauszüge nach Bild 5.41–3**a** ... 3**c**. Der erste Balken in der Originalbildvorlage ist weiß. In ihm sind also gemäß Bild 5.41–1 die Farbtöne Rot, Grün und Blau enthalten. Folglich muß jeder Farbauszug an der Stelle des ersten Balkens eine der vorgenannten Farben aufweisen. Der

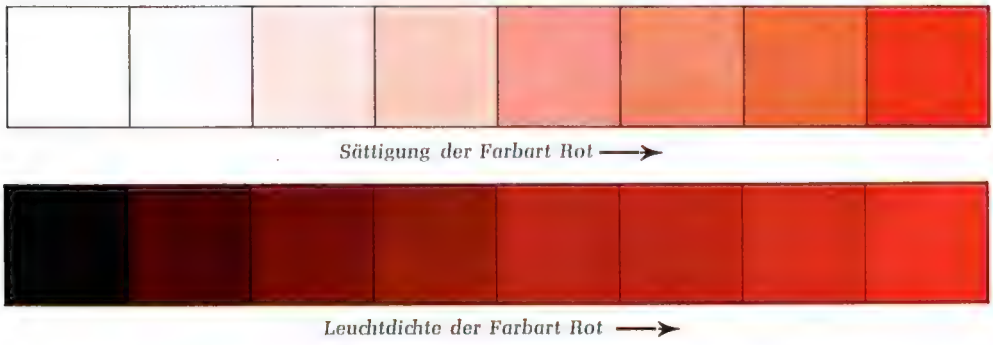


Bild 5.41–4 Begriff der Farbsättigung und Leuchtdichte

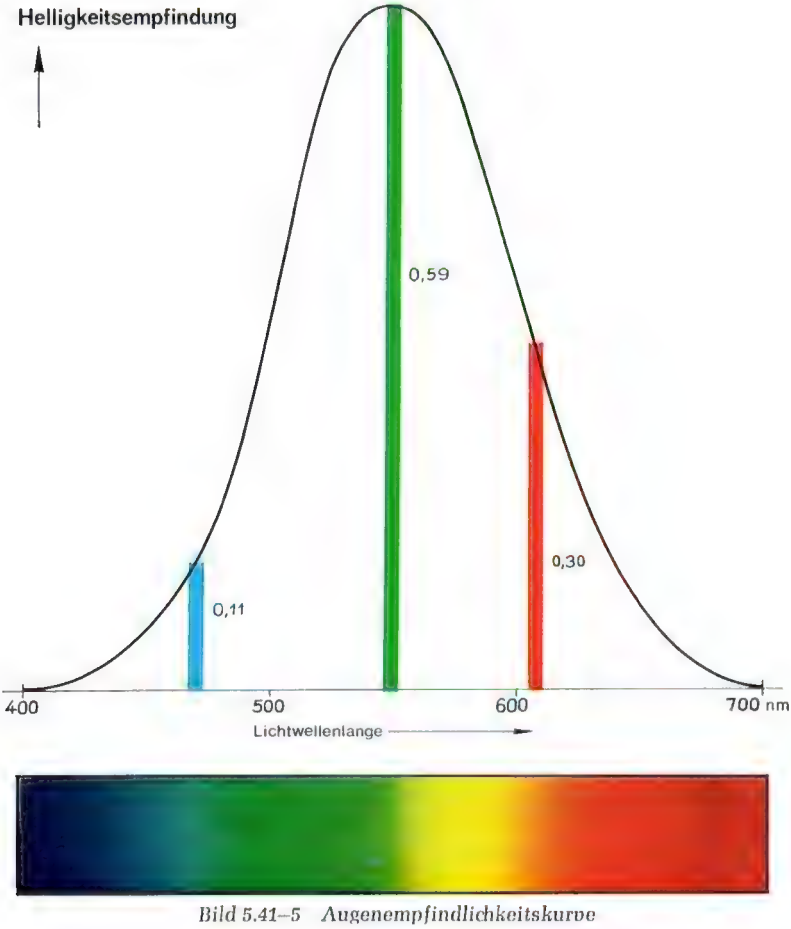


Bild 5.41–5 Augenempfindlichkeitskurve

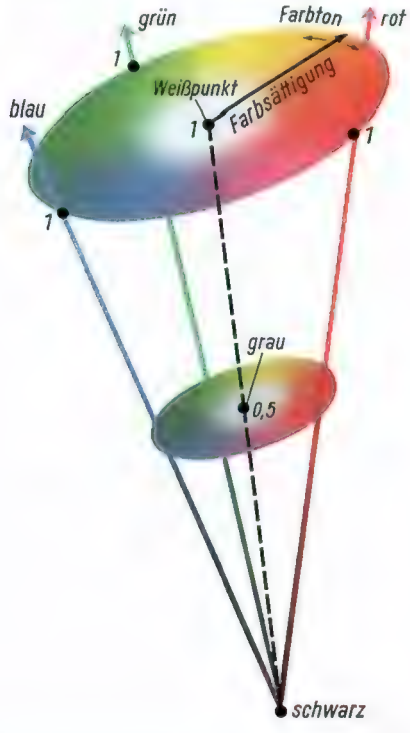


Bild 5.41–6 Darstellung der Begriffe Leuchtdichte, Farbton und Farbsättigung

zweite Balken mit Gelb dagegen enthält Rot und Grün, aber kein Blau. Also muß der zweite Balken im Rot- und Grün-Farbauszug vertreten, im Blau-Farbauszug dagegen schwarz sein. Der dritte Balken Blaugrün (Cyan) wird von der „grünen" und „blauen" Aufnahmeröhre erfaßt; die „rote" spricht nicht an.

Neben dem *Farbton* (Rot, Grün, Blau ...) und der ihn kennzeichnenden Lichtwellenlänge als spezifische Eigenschaft einer bestimmten Farbe ist noch der Begriff *Farbsättigung* zu klären; er bezieht sich auf die „blasseren" Pastellfarben, die entstehen, wenn einer reinen Farbe ein Weißanteil zugesetzt wird. Reine Farben haben eine Farbsättigung von 100 %; sie kommen aber in der Natur kaum vor. Je mehr „Weiß" eine Farbe aufweist, desto geringer ist ihre Farbsättigung (**Bild 5.41–4 oben**).

Farbton und Farbsättigung ergeben die *Farbart*. Diese läßt sich geometrisch in einem Farbdreieck oder – vereinfacht – in einem Farbkreis darstellen. Wir werden später darauf zurückkommen.

Als dritte Bestimmungsgröße für ein zu übertragendes Farbbild gilt der aus der Schwarzweißtechnik bekannte Begriff *Helligkeit* oder, fachgerecht ausgedrückt: *Leuchtdichte*; er ist nicht der Farbsättigung gleichzusetzen, etwa weil diese vom Weißanteil abhängt und ein Zusatz von Weiß das Bild „aufhellen" könnte. Die Helligkeit ist vielmehr ein physiologischer Begriff. Er wird am besten veranschaulicht, wenn man auf die Mattglasscheibe einer Spiegelreflexkamera schaut, die auf ein farbiges Motiv, z. B. auf tiefrote Tulpenblüten, gerichtet ist. Unseren Augen erscheinen dann diese Blüten in einem bestimmten „dunklen" Rot. Wenn nun unter gleichen Lichtverhältnissen die Kamera auf die grünen Kelchblätter der Tulpen gerichtet wird, so empfindet unser Auge das Bild heller; es reagiert gemäß der in **Bild 5.41–5** wiedergegebenen Darstellung der *Augen- oder Hellempfindlichkeitskurve* auf verschiedene Farben unterschiedlich. Hieran knüpft sich gleich eine Bedingung für die Aufnahmekamera; sie muß diese Eigenschaft des Auges berücksichtigen und die Farben, die uns hell erscheinen, auch hell bringen. Die Kamerasignale sind also entsprechend zu bemessen.

In Bild 5.41–4 **unten** ist dargestellt, daß der Begriff Leuchtdichte einer Farbe nichts mit der Sättigung einer Farbe gemeinsam hat.

Zusammengefaßt ergibt sich folgendes:

Die *Leuchtdichte* als meßbare physikalische Größe ist der Stärke der jeweiligen Lichtquelle proportional und entsprechend der Augenempfindlichkeitskurve bewertet.

Das Zusammenwirken der drei Komponenten, Leuchtdichte, Farbton und Sättigung, definiert endgültig die Farblichtstrahlung. **Bild 5.41–6** veranschaulicht dies.

Während man in der Aufnahmekamera des Senders das Farbbild in seine drei Teilbilder zerlegt, von denen dann gleichzeitig jedes zeilenförmig durch einen Elektronenstrahl abgetastet und über einen lichtelektrischen

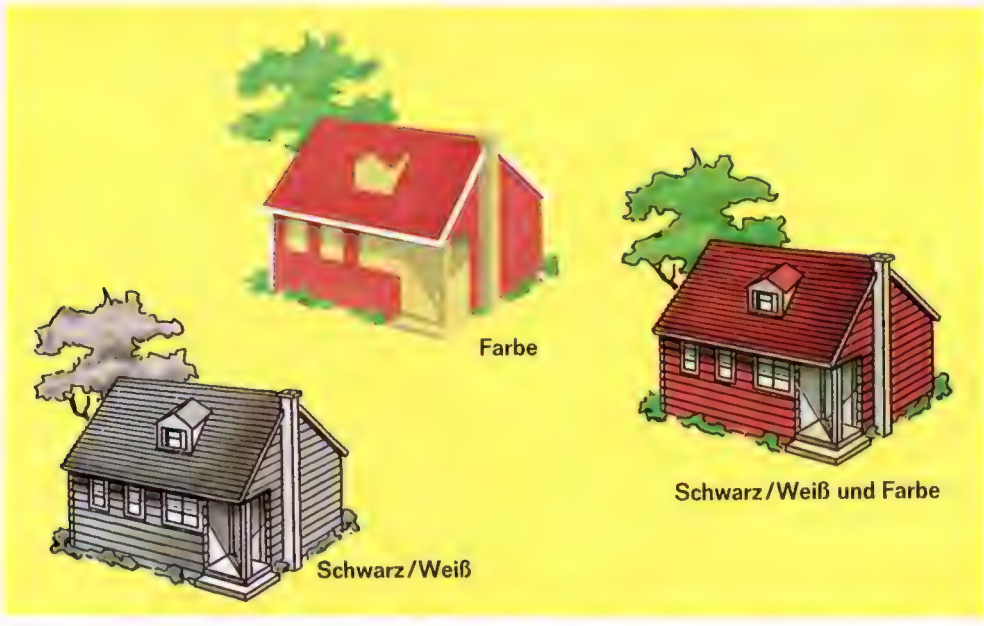


Bild 5.41–7 Kompatibilitätsbild

Wandler in elektrische Impulse aufgelöst wird, ist es im Empfänger die Aufgabe der Farbbildröhre, aus den Signalen der übertragenen Farbauszüge das originale Farbbild zurückzugewinnen.

Damit Farbempfänger auch ein Schwarzweißprogramm und Schwarzweißempfänger ein Farbprogramm in Schwarzweißwiedergabe zeigen können (*Kompatibilität* = Verträglichkeit), sind verschiedene Forderungen zu erfüllen: Man denkt sich das Farbbild zusammengesetzt aus einem konturenscharfen Schwarzweißbild mit Grautönen vom klaren Weiß bis zum tiefen Schwarz und einem zusätzlichen Bild, daß lediglich die in das Schwarzweißbild einfügbaren Farben zeigt. Das Schwarzweißbild gibt, wie beim herkömmlichen Fernsehempfänger, für jeden Bildpunkt den Leuchtdichtewert an und beansprucht dafür einen Frequenzumfang von 5 MHz; mit dem Farbzusatzbild wird das Schwarzweißbild gleichsam koloriert **(Bild 5.41–7)**, wofür ein Frequenzband von 1,5 MHz genügt.

Um diesen Gedankengang im Übertragungsverfahren zu realisieren, ist der Farbfernsehkamera eine Anordnung zur Summen- und Differenzbildung der Signale nachgeschaltet. Hier entnimmt man einer Spannungsteilerschaltung, die nach einem mathematischen Begriff als *Matrix* bezeichnet wird, aus bestimmten Anteilen des Rot-, Grün- und Blausignals das dem Videosignal entsprechende Leuchtdichte-Signal Y **(Bild 5.41–8a)**. Ferner gewinnt man über eine Phasenumkehrstufe sowie zwei Addierstufen die sogenannten *Farbdifferenz-Signale* R – Y und B – Y (Bild 5.41–8**b**); sie enthalten nur die Farbart der Bildvorlage, sind also vom Helligkeitsanteil (Y) befreit. Die Signale setzen sich wie folgt zusammen:

Leuchtdichtesignal

$$Y = 0{,}30\ R + 0{,}59\ G + 0{,}11\ B \qquad (1)$$

Rot-Differenzsignal

$$R - Y = 0{,}70\ R - 0{,}59\ G - 0{,}11\ B \qquad (2)$$

Blau-Differenzsignal

$$B - Y = -0{,}30\ R - 0{,}59\ G + 0{,}89\ B \qquad (3)$$

Auf die Übertragung des (G – Y)-Signals kann man verzichten, weil es sich aus negativen Anteilen der beiden anderen Farbdifferenzsignale ergibt. Man braucht nur zu beiden

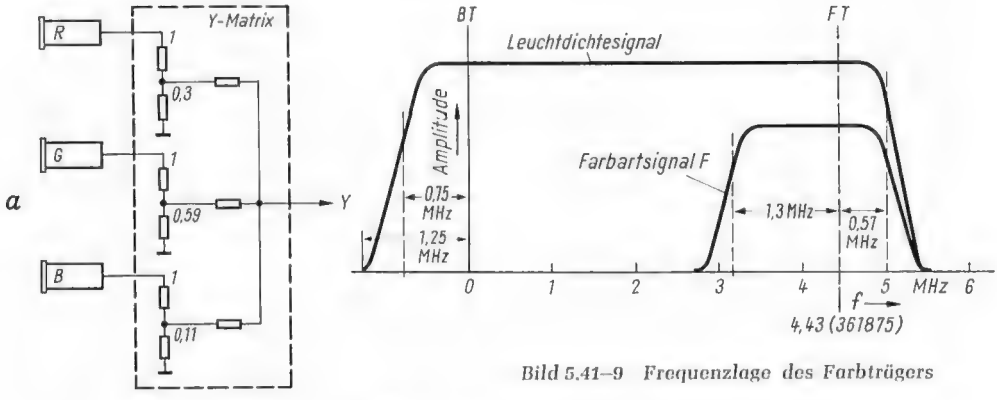


Bild 5.41–9 Frequenzlage des Farbträgers

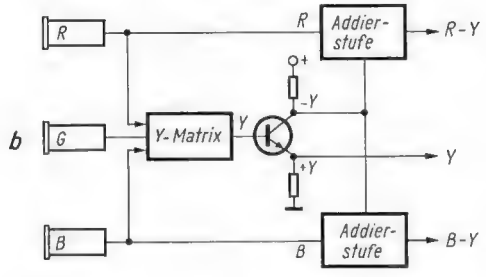


Bild 5.41–8 a) Erzeugung des Y-Signals
b) Erzeugung der beiden Farbdifferenzsignale R–Y und B–Y

Seiten der Gleichung ① – Y zu addieren und erhält dann

$$0 = 0{,}3\,(R-Y) + 0{,}59\,(G-Y) + 0{,}11\,(B-Y)$$

$$-(G-Y) = \frac{0{,}3}{0{,}59}\,(R-Y) + \frac{0{,}11}{0{,}59}\,(B-Y)$$

$$G-Y = -0{,}51\,(R-Y) - 0{,}19\,(B-Y) \qquad ④$$

Die Koeffizienten der Gleichung ① ergeben sich aus der Art der in der Bildröhre verwendeten Leuchtphosphore und der unterschiedlichen Farbempfindlichkeit des Auges, wie sie die Kurve in Bild 5.41–5 ausdrückt.

Zur Übertragung der beiden Farbdifferenzsignale R – Y und B – Y werden sie einer Trägerwelle, hier dem sogenannten *Farbträger*, in einem speziellen, später beschriebenen Verfahren aufmoduliert. Seine genaue Frequenz von 4,43361875 MHz liegt im oberen Teil des Videobandes, das bekanntlich von 0 . . . 5 MHz reicht **(Bild 5.41–9)**. Im folgenden sei kurz dargestellt, wie man auf die vorgenannte Farbträgerfrequenz gekommen ist.

Wir wissen, daß sich das Fernsehbild periodisch aus Zeilen aufbaut, wobei nach Ablauf von 625 Zeilen ein kompletter Bildwechsel stattfindet.

Nimmt man zunächst ein stehendes Bild (z. B. Testbild) an, so werden alle Komponenten der Leuchtdichte-(Y-)Information in ganzzahligen Vielfachen der Vertikal-(f_V)- und der Horizontalfrequenz (f_H) auftreten, also

$f_V, 2f_V, 3f_V, \ldots . nf_V$

$f_H, 2f_H, 3f_H, \ldots . mf_H$

$f_H \pm f_V, 2f_H \pm f_V, 3f_H \pm f_V, \ldots . mf_H \pm f_V$

$f_H \pm 2f_V, 2f_H \pm 2f_V, 3f_H \pm 2f_V, \ldots . mf_H \pm 2f_V$ usw.

Das Videosignal, das normalerweise den Frequenzbereich von 0 bis 5 MHz umfaßt, wird deshalb nicht kontinuierlich in Form eines Bandspektrums, sondern in einzelne Linien aufgespalten, als *Linienspektrum* verlaufen. Diese Linien haben untereinander einen Abstand von 15 625 Hz (Horizontalfrequenz f_H) und eine Höhe, die von der Art der Leuchtdichte-Information abhängt **(Bild 5.41–10**, schwarze Linien). Außerdem hat jede horizontalfrequente Linie noch Nebenlinien im Vertikalfrequenzabstand (25 Hz), allerdings mit relativ kleiner Amplitude (in der Darstellung nicht eingezeichnet). Ein bewegtes Bild beeinflußt diese Annahmen unwesentlich.

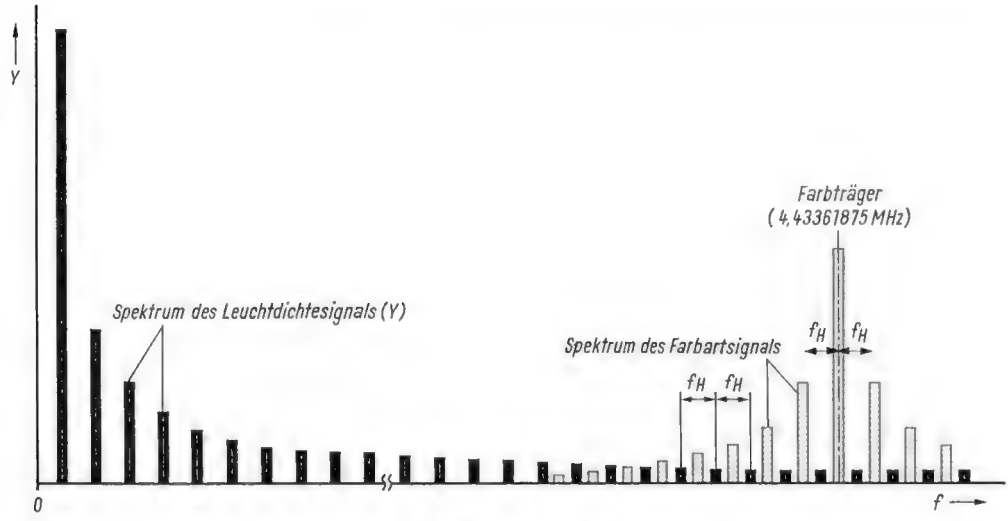


Bild 5.41–10 Linienspektrum des Farbbildsignals

Die für das Farbfernsehen zusätzliche und aus Kompatibilitätsgründen im Videoband zu übertragende Farbinformation hat, da auch sie zeilenweise abgetastet wird, ebenfalls ein Linienspektrum mit ganzzahligen Vielfachen der Horizontalfrequenz (Bild 5.41–10, schraffierte Linien). Es fragt sich nun, ob bei der gleichzeitigen Vermittlung dieser Informationen im gleichen Frequenzband Störungen „sichtbar" werden.

Die geringste Beeinflussung des Schwarzweißempfangs einer Farbsendung tritt auf, wenn die Spektren des Leuchtdichte- und des Farbsignals ineinander verschachtelt werden. Die Trägerfrequenz muß dabei ein ungradzahliges Vielfaches der halben Zeilenfrequenz sein *(Halbzeilen-Offset)*.

Beim PAL-Verfahren hätte man wegen der noch zu beschreibenden zeilenweisen Phasenumschaltung des Farbträgers im Farbartsignal auch Nebenlinien mit Vielfachen der halben Zeilenfrequenz zu erwarten. Da beim Halbzeilen-Offset diese Linien mit denen des Leuchtdichtesignals zusammenfallen würden, wendet man beim PAL-Verfahren einen *Viertelzeilen-Offset* an, d. h. der Farbträger mit seinen Seitenlinien fällt nicht genau in die Lückenmitten des Leuchtdichtesignals. Aus dieser Forderung ergibt sich die Farbträgerfrequenz von

$$f_F = (n - 1/4)\, f_H + f_V = 4,43361875 \text{ MHz},$$

wobei für n die Zahl 284 eingesetzt wird.

Die Addition von f_V vermindert weiterhin eine Störung des kompatiblen Schwarzweißempfanges.

Um eine Übermodulation des Bildsenders zu vermeiden, werden beide Farbdifferenzsignale, bevor sie dem 4,43-MHz-Farbträger aufgeprägt werden, in ihrer Amplitude reduziert, das Rot-Differenzsignal R – Y um den Faktor 1/1,14 = 0,887 und das Blau-Differenzsignal B – Y um 1/2,03 = 0,493. Diese *Amplitudenbewertung* muß man im Empfänger wieder durch entsprechende Verstärkung aufheben. Mit den Reduktionsfaktoren werden die Differenzsignale wie folgt benannt:

$$0{,}887\ (R - Y) = V \qquad ⑤$$
$$0{,}493\ (B - Y) = U \qquad ⑥$$

Es geht nun darum, aus V und U ein resultierendes Signal zu gewinnen, das dann als *Farbartsignal* (F) sowohl in seiner Phase als auch in seiner Amplitude moduliert ist. Erin-

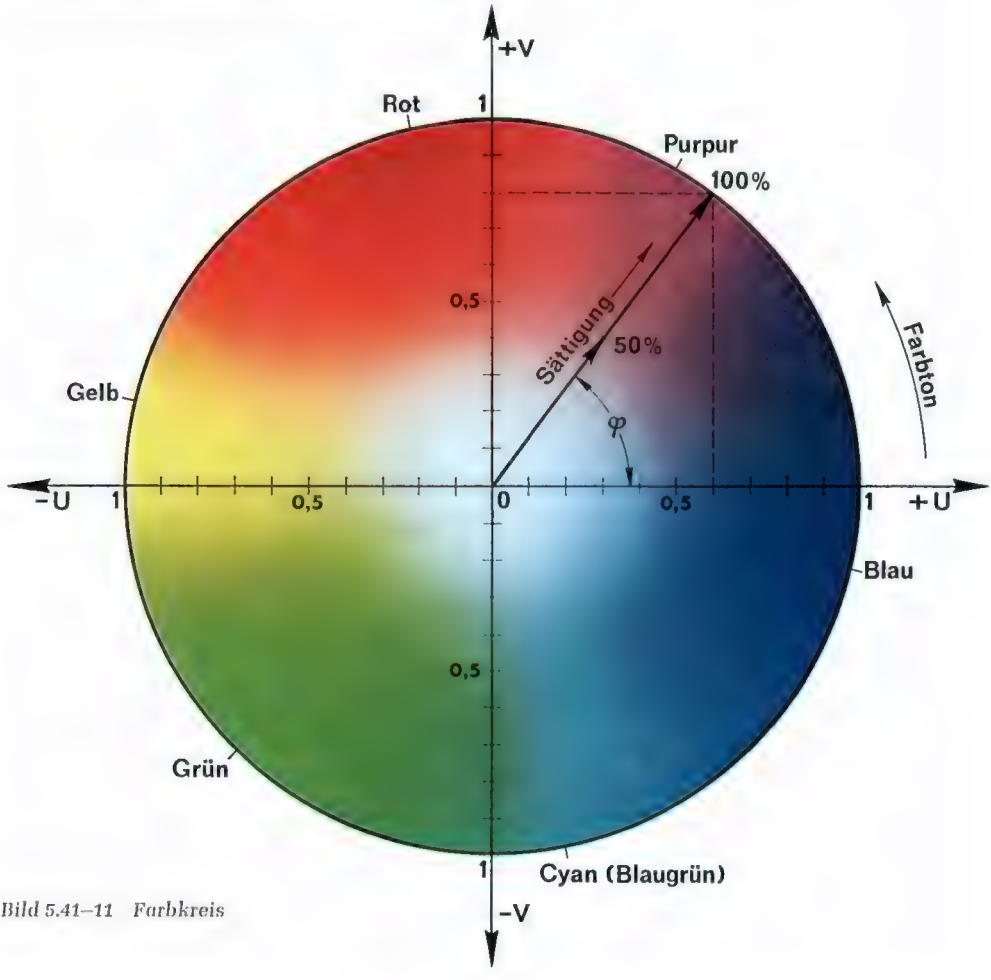
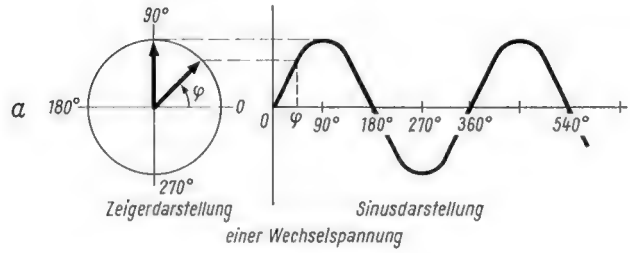


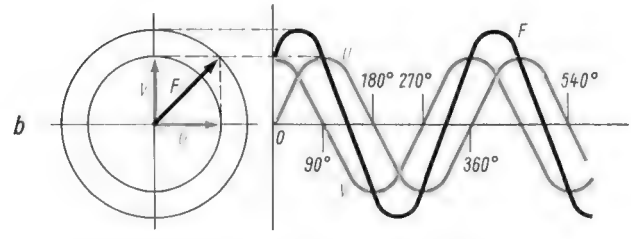
Bild 5.41–11 Farbkreis

nern wir uns an Bild 2.46–1 „Lage der Farbzeiger für die Grund- und Komplementärfarben in der Farbebene des (R − Y) − (B − Y)-Achsenkreuzes". **Bild 5.41–11** ergänzt dieses Bild und **Bild 5.41–12** macht das Prinzip der hier angewendeten Modulation durch nochmalige Gegenüberstellung von Spannungskurven und Zeigerdarstellungen besonders deutlich.

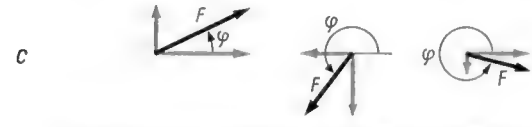
Bekanntlich kann eine sinusförmige Wechselspannung durch einen mit ihrer Kreisfrequenz rotierenden Zeiger dargestellt werden. Dieser Zeiger gibt durch seine Länge den Spitzenwert der Spannung und durch seine Momentanlage gegenüber dem Nulldurchgang die Phase an (Bild 5.41–12 **a**).

Zwei gegeneinander um 90° phasenverschobene Wechselspannungen *V* und *U* mit gleicher Amplitude zeigt das mittlere Bild. Die geometrische Summe dieser beiden Spannungen entspricht in ihrer Amplitude der Länge des resultierenden Zeigers F, und ihre Phasenlage legt die Richtung von F beispielsweise gegenüber der horizontalen Achse fest (*U*-Richtung, Bild 5.41–12 **b**).





Addition zweier Wechselspannungen (Phasenwinkel = 90°)



Summenzeiger F bei verschiedenen Amplituden und Phasenlagen von V und U

Bild 5.41–12 Prinzip der Quadratur-Modulation

Beim Farbfernsehen werden die beiden Differenzsignale *V* und *U* in gesonderten Modulatoren zwei um 90° gegeneinander phasenverschobenen Trägern von gleicher Frequenz (= 4,43 ... MHz) amplitudenmäßig aufmoduliert. In der Darstellung wählt man für den U-Zeiger eine horizontale Lage (Phase 0 oder 180°) und für den V-Zeiger die Phasenlage 90° bzw. 270°.

In Bild 5.41–12 **c** sind drei willkürliche Beispiele angenommen; man erkennt, daß der aus der geometrischen Summe von *V* und *U* gebildete Zeiger F mit seinem Winkel φ den Farbton angibt (siehe Bild 5.41–11) und die Länge von *F* ein Maß für die Farbsättigung ist.

Diese Art der Modulation bezeichnet man mit *Quadraturmodulation*. Die Modulatoren sind meist in Gegentaktschaltung aufgebaut, an deren Ausgängen nur die Modulationsprodukte zur Verfügung stehen. Der Träger ist aus Kompatibilitätsgründen unterdrückt, muß aber später zur Demodulation der Signale im Empfänger wieder „phasenrichtig" als *Referenzträger* zugesetzt werden. Für die Phasenrichtigkeit dieses Referenzträgers sorgt ein *Farbsynchronsignal*, der sogenannte *Burst*, mit 10 ± 1 Schwingungen des Farbträgers (4,43 ... MHz).

Eine entsprechende Schaltung des sogenannten *Coders* im Studio deutet das Blockschema **Bild 5.41–13** an. Wir erkennen neben der Kamera:

die Y-Matrix zum Zusammensetzen des Leuchtdichte-(Y-)Signals,

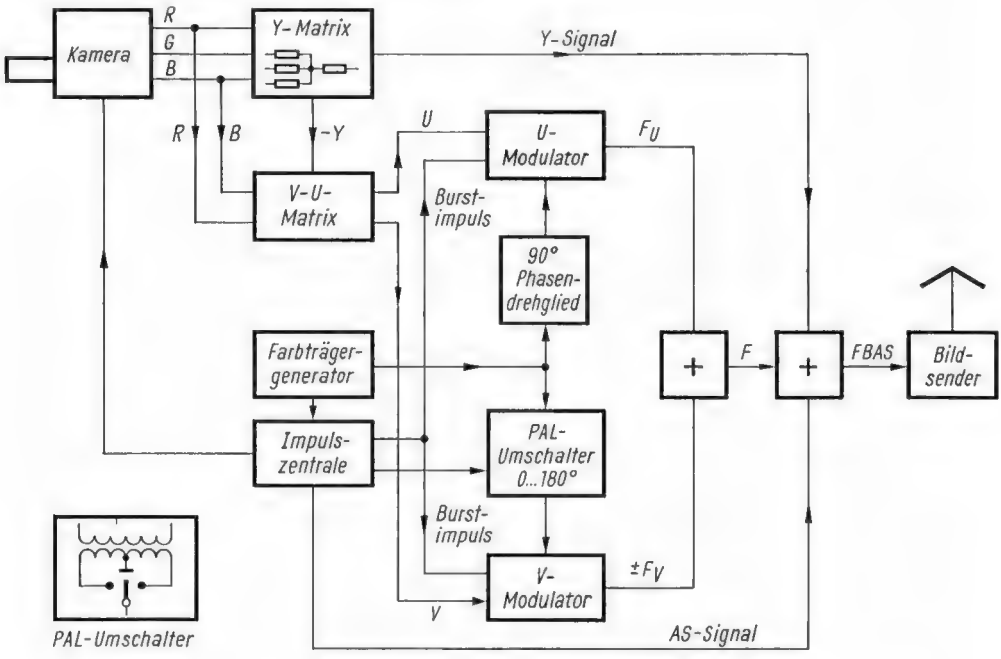


Bild 5.41–13 Prinzipielle Blockschaltung eines Farbfernsehsenders

die *V-U*-Matrix zum Gewinnen des *V*- und des *U*-Signals,

den 4,43-MHz-Farbträger-Generator, von dem der *U*-Modulator über ein Phasendrehglied (90°) und der *V*-Modulator über den sogenannten PAL-Umschalter versorgt wird,

die Addierstufe +, die das *V*- und *U*-Signal phasenrichtig zum *F*-Signal zusammenfügt, und eine weitere Addierstufe, in der das *F*-Signal mit dem Leuchtdichte-(Y-)Signal vereinigt wird.

Berücksichtigt man noch die vom Farbträgergenerator gesteuerte Impulszentrale, in der Austastimpulse, Zeilen- (Horizontal-) und Raster- (Vertikal-)Synchronisierimpulse (AS-Signal) entstehen und die gleichzeitig den *U*- und *V*-Modulatoren den Burstauftastimpuls liefert, so wird der Sender am Ende mit dem *FBAS-Signalgemisch* moduliert, das sich aus dem Farbart- und dem Bild-(Leuchtdichte-)signal mit dem Austast- und Synchronisierzeichen zusammensetzt.

Der vorerwähnte *PAL-Umschalter* hat die Aufgabe, den an den *V*-Modulator gelieferten Farbträger abwechselnd von Zeile zu Zeile einmal direkt durchzuschalten und zum anderen um 180° gedreht anzubieten (*PAL Phase alternating line = Phasenwechsel von Zeile zu Zeile*). Der Umschalter hat demnach als Schaltfrequenz die halbe Zeilenfrequenz. Das Zusammenwirken des PAL-Umschalters im Sender mit dem für das PAL-Verfahren notwendigen analogen Schalter im Empfänger beschreibt der Abschnitt 5.42 genauer.

Einen zusammenfassenden Überblick über den schrittweisen Aufbau des FBAS-Signals gibt **Bild 5.41–14**. Als Bildvorlage dient ein Farbbalkenmuster (Bild 5.41–3) mit voll gesättigten Farben. Die drei Farbauszüge liefern die Kamerasignale R, G und B, aus denen das Leuchtdichtesignal Y nach Gleichung ① entsteht, sowie die beiden Farbdifferenzsignale *V* und *U* nach Gleichung ⑤ bzw. ⑥.

Die in den beiden Modulatoren entstehenden Farbsignale F_V und F_U (der Farbträger

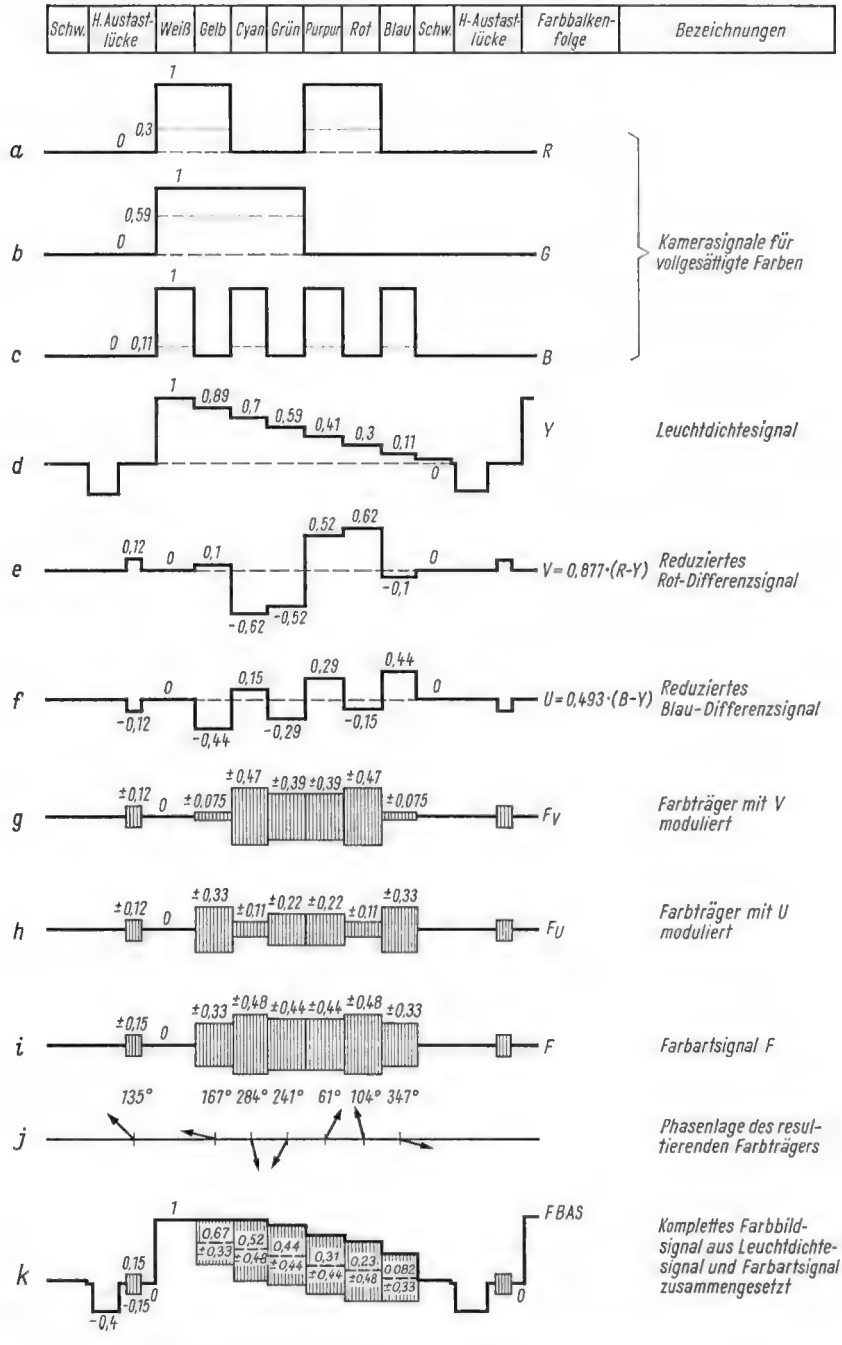


Bild 5.41–14 Farbbalkensignal (Zusammensetzung)

selbst ist unterdrückt) zeigen die beiden nächsten Zeilen. Die hier angegebenen Amplituden entsprechen dem in der Praxis ausgesendeten Farbbalkentestbild, das auf einer Farbsättigung von nur 75 % (anstatt 100 %) basiert. Die geometrische Summe von F_V und F_U liefert das eigentliche Farbartsignal F, dessen Phasenlage relativ zur positiven U-Achse ebenfalls angedeutet ist. (Die Phasenlage gilt hier nur für eine Zeile, in der nachfolgenden wären alle V-Komponenten wegen des PAL-Verfahrens um 180° gedreht.)

Die Addition mit dem Y-Signal liefert letztlich das komplette *FBAS-Signal*.

5.42 Farbübertragung nach dem PAL-System

PAL basiert auf dem Konzept des nach dem National Television System Commitee benannten amerikanischen NTSC-Systems. Beide Verfahren haben die gleichen Grundeigenschaften, doch weist das PAL-System durch einige zusätzliche Maßnahmen eine merklich bessere Farbstabilität auf.

Um das Wesentliche des PAL-Systems verständlich zu machen, sei noch einmal das Prinzip der Farbübertragung angedeutet.

Man stelle sich zwei Farbuhren vor, von denen eine der Senderseite und die andere der Empfängerseite zugeordnet ist (siehe **Bild 5.42–1**). Analog zu dem Vorhergesagten entspricht die Stellung der Zeiger gegenüber einer bestimmten Bezugsachse dem jeweiligen Farbton und die Länge der Zeiger dem Sättigungsgrad. Für eine einwandfreie Farbwiedergabe müssen die Zeigerstellungen sender- und empfangsseitig stets übereinstimmen. Wenn dieser Synchronismus durch einen Phasenfehler, z. B. durch Fehlanpassungen oder Reflexionen auf dem Übertragungsweg (in Bild 5.42–1 sind es 30°), gestört wird, treten Farbverfälschungen auf.

Beim PAL-System werden diese Phasenfehler (und damit die Farbverfälschungen) automatisch im Fernsehempfänger kompensiert. Beim NTSC-Verfahren kann man diese Fehler nur manuell (durch einen Korrekturknopf) beheben und das auch nur in gewissen Grenzen. So ist es nötig, daß bei intervallartigem Auftreten der Farbverfälschun-

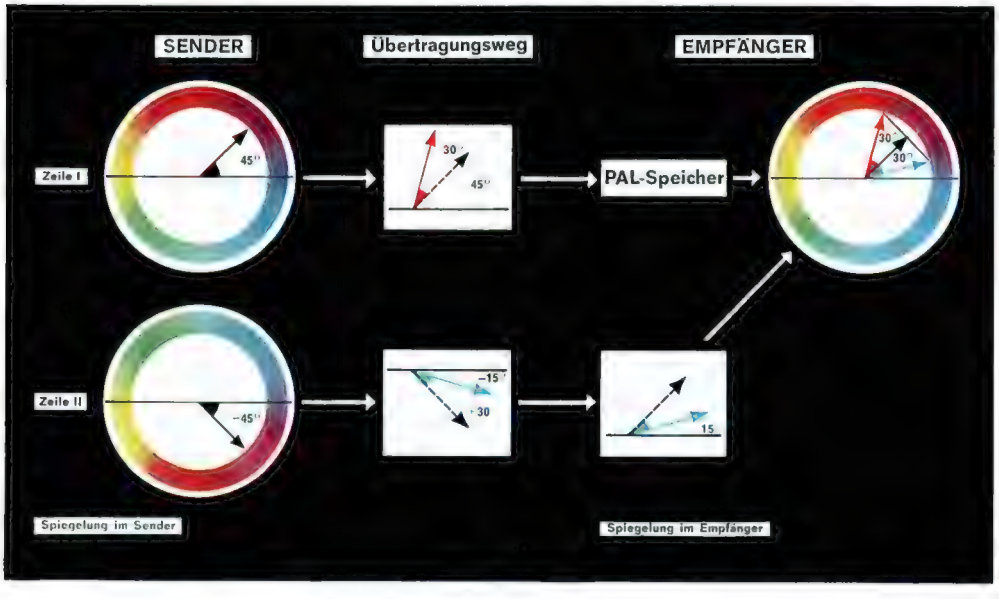


Bild 5.42–1 Auswirkung eines Phasenfehlers beim NTSC- und beim PAL-Verfahren

gen (z. B. bei Kamerawechsel) der Korrekturknopf häufiger betätigt werden muß, als es dem Fernsehzuschauer recht ist.

Im Prinzip arbeitet auch PAL mit der kombinierten Phasen- und Amplitudenmodulation. Um Phasenfehler ausgleichen zu können – wir haben dies bereits beim Farbcoder erwähnt –, wird jedoch im Sender der Träger eines der beiden Farbdifferenzsignale, und zwar des Rot-Differenzsignals U, von Zeile zu Zeile um 180° umgeschaltet. Der Summenträger ändert dementsprechend zeilenweise seine Phase.

Auf die Farbuhr übertragen, entspricht dieser Manipulation eine Spiegelung an der waagerechten Bezugsachse; vergleiche in Bild 5.42–1, Senderseite, die Lage der Farbuhren für zwei beliebige nachfolgende Zeilen, die dort mit I und II bezeichnet sind. Unter nachfolgender Zeile hat man jeweils die zeitlich nachfolgende zu verstehen. Diese ist wegen des Zeilensprungverfahrens – geometrisch gesehen – die übernächste.

Ein Phasenfehler von beispielsweise + 30° auf der Strecke zwischen Sender und Empfänger ergibt bei der direkt übertragenen Zeile mit der Ausgangsphase von + 45° eine resultierende Phasenlage von 45° + 30° + 75° (s. Bild 5.42–1, roter Pfeil im Mittelfeld oben). Bei der gespiegelten, nachfolgenden Zeile mit einer Ausgangsphasenlage von – 45° ergibt sich unter Annahme des gleichen Phasenfehlers von + 30° eine resultierende Phasenlage von – 45° + 30° = – 15° (siehe Bild 5.42–1, blauer Pfeil im Mittelfeld unten).

Im PAL-Empfänger wirkt eine neuartige Demodulationsart. Die während einer Zeile übertragene Farbinformation wird für die Dauer einer Zeile gespeichert und anschließend mit der Information der folgenden Zeile zusammengefügt. Das ist ohne weiteres zulässig, weil sich die beiden Zeilen im Regelfall unwesentlich unterscheiden.

Ein elektronischer Schalter – kurz *PAL-Umschalter* genannt – macht die auf der Senderseite vorgenommene zeilenweise Umpolung des Farbsignals wieder rückgängig, so daß die Phase von – 15° (Bild 5.42–1, Mitte, unteres Bild) auf + 15° gedreht wird – was einer nochmaligen Spiegelung an der waagerechten Bezugsachse entspricht. Der Mittelwert aus der roten und blauen Zeigerstellung ergibt nun den gewünschten, richtigen Farbton. Da die nochmalige Spiegelung im Empfänger synchron mit der des Senders laufen muß, ist ein weiteres Synchronisiersignal (die sogenannte *PAL-Identifikation*) für den PAL-Umschalter erforderlich. Als elegante Lösung dafür bietet sich der *„alternierende" Burst* an: Dem ohnehin erforderlichen Farbsynchronisiersignal konstanter Phase wird eine gleichgroße, aber von Zeile zu Zeile um 180° gedrehte Komponente hinzugefügt, so daß sich als Resultierende ein Burst in der Phasenlage von 135° bzw. 225° ergibt. Die „geschaltete" Komponente nutzt man im Empfänger zur Synchronisierung des PAL-Umschalters aus.

5.43 Empfangsseite

Im Empfänger laufen die Vorgänge in entgegengesetzter Reihenfolge ab wie beim Sender. Das von der Empfangsantenne gelieferte Gesamtsignal wird – wie bei der Schwarzweißtechnik – verstärkt und in den Zf-Bereich umgesetzt. Mit der nachfolgenden Demodulation ist das FBAS-Signal wieder zurückgewonnen.

Die Aufspaltung in Leuchtdichte- und Farbartsignal sowie die *Decodierung* des Farbartsignals, d. h. Trennung in seine Komponenten F_U und $\pm F_V$, Demodulation, PAL-Umschaltung, *Dematrizierung* und Zusammensetzung der Farbdifferenzsignale U und V mit Y zu den Farbartsignalen R, G und B sind eine reine Umkehr der entsprechenden Funktionen im Studiocoder. Das kommt auch in den Bezeichnungen einiger wichtiger Vorgänge zum Ausdruck:

Modulieren	→	Demodulieren
Matrizieren	→	Dematrizieren
Codieren	→	Decodieren

Die Auswertung der Hilfssignale umfaßt die Abtrennung der Synchronisierimpulse für die Vertikal- und Horizontalablenkung sowie die Rückgewinnung des zur Farbdemodulation erforderlichen Farbträgers definierter Phase. Hierzu dient das bereits erwähnte

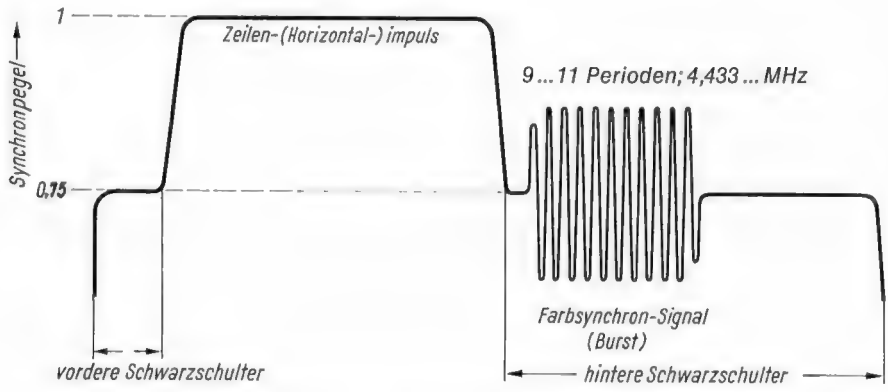


Bild 5.43–1 Farbsynchronimpuls (Burst)

Farbsynchronsignal (Burst), das auf der hinteren Schwarzschulter des Zeilensynchronisierimpulses sitzt und ungefähr 10 Schwingungen des Farbträgers (4,43 MHz) umfaßt **(Bild 5.43–1)**; es synchronisiert im Empfänger den *Referenzträgeroszillator*.

Neben den Stufen, die auch im Schwarzweißempfänger vorhanden sind, findet man im Farbgerät grundsätzlich diese vor:

Leuchtdichte-(Y-)Verstärker mit Y-Verzögerungsleitung
Farbartsignalverstärker, Farbabschalter
PAL-Laufzeitdemodulator (mit PAL-Verzögerungsleitung)
Synchrondemodulatoren für das V- und U-Signal
Burstverstärker, Referenzträgeroszillator (4,43 MHz) und 90°-Phasendrehglied
PAL-Identifikation (7,8-kHz-Oszillator, PAL-Umschalter)
Matrix zur Gewinnung des (G – Y)-Signals bzw. der Farbwertsignale R, G, B
Farbdifferenz- bzw. RGB-Endstufen
Farbbildröhre
Konvergenz-Korrekturstufe
Raster-Korrekturstufe (Kissenentzerrung)

Im folgenden seien die schon bekannten Stufen und die zusätzlichen für die Farbwiedergabe in einem Blockschema gezeigt und kurz erklärt.

5.431 Blockschema eines PAL-Empfängers

In **Bild 5.43–2** erkennt man drei große zusammenhängende Schaltungsgruppen, von denen die obere (Empfangsschaltung) und die untere (Ablenkschaltung) bis auf wenige Änderungen im wesentlichen denen im Schwarzweißempfänger entsprechen. Zum besseren Verständnis der Funktionsweise wird das Signal von der Antenne an verfolgt:

Die Antennenspannung gelangt an den Mehrbereichs-Tuner, wird dort hochfrequent verstärkt und durch den Mischvorgang in den Zf-Bereich umgesetzt. Es folgt der für das Leuchtdichte-(Y-)Signal, Farbart- und Tonsignal gemeinsame Bild-Zf-Verstärker. Seine Ausgangsspannung, die durch eine automatische Verstärkungsregelung (AVR) hier und im Tuner auf konstantem Wert gehalten wird, steht nunmehr an zwei Demodulatoren. Dem Ton-Zf-Demodulator entnimmt man das Ton-Zf-Signal (5,5 MHz). Am Bild-Zf-Demodulator gewinnt man das zuvor erwähnte FBAS-Signal. Dieser Demodulator ist durch einen vorgeschalteten Selektionskreis für den Ton-Zf-Träger gesperrt, damit hier nicht aus der Mischung von Ton- und Farbträger eine Störspannung mit der Frequenz von 1,07 MHz (5,5–4,43 MHz) entstehen kann.

Der Tonkanal umfaßt, wie in jedem Schwarzweißempfänger, einen speziellen Ton-Zf-Verstärker, den FM-Demodulator (Ra-

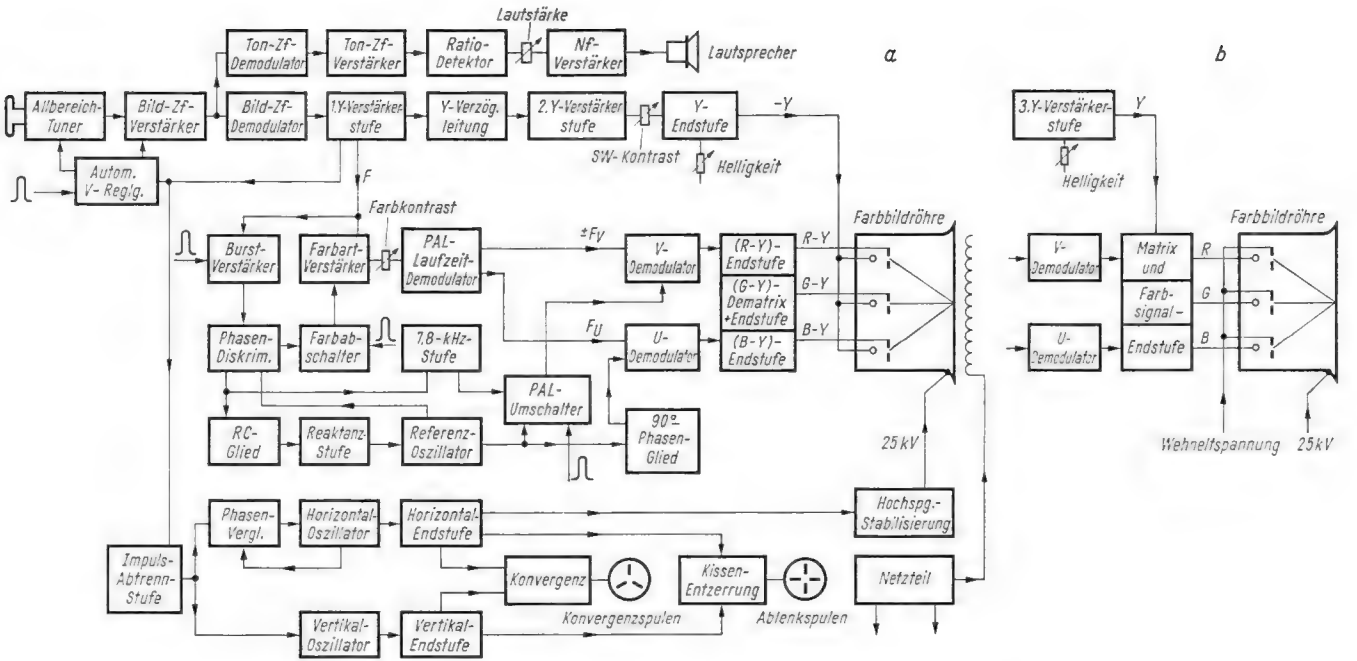


Bild 5.43–2 Blockschema eines Farbfernsehempfängers mit zwei Varianten der Farbbildröhrenansteuerung
a) Differenzsignal-Ansteuerung, b) RGB-Ansteuerung

tiodetektor) sowie den Nf-Verstärker und den Lautsprecher.

Das vom Bild-Zf-Demodulator kommende FBAS-Signal durchläuft mehrere Y-Verstärker-Stufen einschließlich einer Verzögerungsleitung und hat am Ausgang eine Amplitude von etwa 100 V_{SS}.

Auch die untere Schaltungsgruppe, die die gesamte Ablenkung und Hochspannungserzeugung umfaßt, stimmt weitgehend mit der Schwarzweißtechnik überein. Die in der Abtrennstufe vom Bildinhalt befreiten Synchronisierimpulse steuern die Oszillatoren für die Vertikal- und Horizontalablenkung. Die zugehörigen Endstufen liefern die erforderlichen Ströme an die Ablenkspulen und über Verformungsglieder (für Sägezahn- und Parabelströme) an das *Konvergenzsystem*. Ein restlich verbleibender Kissenfehler aller drei Farbraster kann nur rein elektronisch, also durch entsprechende Verformung der Ablenkströme, beseitigt werden. Die Hochspannungsstabilisierung sorgt dafür, daß bei allen vorkommenden Helligkeitsabstufungen das einmal eingestellte Stromverhältnis der drei Strahlen zueinander erhalten bleibt. Eine stark lastabhängige Hochspannungsquelle hätte ggf. Farbumschläge bei der Wiedergabe von Schwarzweißbildern zur Folge.

Das der 1. Y-Stufe selektiv entnommene Farbartsignal wird in der mittleren Schaltungsgruppe verarbeitet. In einem schmalbandigen Farbartverstärker mit der Mittenfrequenz von 4,43 MHz wird das Farbartsignal weiter verstärkt, anschließend dem Laufzeitdemodulator zugeführt und hier in die beiden Komponenten $\pm F_V$ und F_U aufgespalten. Die von Zeile zu Zeile wechselnde Polarität der Rotkomponente F_V macht man durch den von $+ 90^0$ nach $- 90^0$ geschalteten Referenzträger für den V-Demodulator wieder rückgängig. Die Demodulatoren für F_U und F_V – es sind Synchrondemodulatoren – steuern die Dematrix. In ihr wird aus dem Rot- und Blaudifferenzsignal das Gründifferenzsignal zusammengesetzt und in anschließenden Endstufen eine für die Bildröhrenansteuerung erforderliche Signalgröße erreicht (Bild 5.43–2**a**). Die Farbwertsignale R, G und B entstehen hier in der Bildröhre selbst, wo der Strahlstrom sowohl durch die Differenzsignale als auch durch das Leuchtdichtesignal Y gesteuert wird.

Eine andere, ebenfalls gebräuchliche Art der Bildröhrenansteuerung ist die mit den Farbwertsignalen selbst. Sie entstehen in einer erweiterten Dematrix, in der den Farbdifferenzsignalen das Leuchtdichtesignal hinzugefügt wird. Das Teilblockschema (Bild 5.43–2**b**) verdeutlicht dies.

In den entsprechenden Stufen wird der zur Demodulation erforderliche Zusatzträger aus dem Farbsynchronimpuls (Burst) zurückgewonnen und das der Synchronisierung des PAL-Umschalters dienende Signal abgeleitet. Der Burstverstärker trennt durch Tastimpulse den Farbsynchronimpuls vom Farbartsignal. In einem Phasendiskriminator werden Frequenz und Phase des von einem Referenzträger-Oszillator (Quarzoszillator) gelieferten Trägers mit dem Burst verglichen und über eine Reaktanzstufe derart nachgesteuert, daß der Referenzträger relativ zum Burst eine konstante Phasenlage von 90^0 einhält.

Da aber beim PAL-Verfahren auch der Burst definiert in seiner Phase von Zeile zu Zeile umgeschaltet wird (135^0 bzw. 225^0), liefert der Phasendiskriminator außer der durch ein RC-Glied gesiebten Regelspannung für die Reaktanzstufe auch noch eine Wechselspannung mit der halben Zeilenfrequenz (7812,5 Hz).

Dieses PAL-Synchronsignal wird in einer weiteren Stufe (7,8-kHz-PAL-Impulsstufe) von evtl. Störimpulsen befreit und hält den PAL-Umschalter mit seinem Pendant im Sender im Gleichlauf.

Eine letzte, ebenfalls vom Burst gesteuerte Stufe ist der *automatische Farbabschalter (Colorkiller)*. Die Gründe, die für diese Stufe sprechen, sind folgende: Bei schwachem Schwarzweißsignal können Rauschanteile des Y-Signals im Frequenzbereich um 4,4 MHz im Farbkanal verstärkt werden und auf dem Bildschirm ein farbiges Rauschen *(Konfetti-effekt)* hervorrufen. Außerdem können die allerdings schwachen höherfrequenten Anteile des Y-Signals farbige Muster erzeugen.

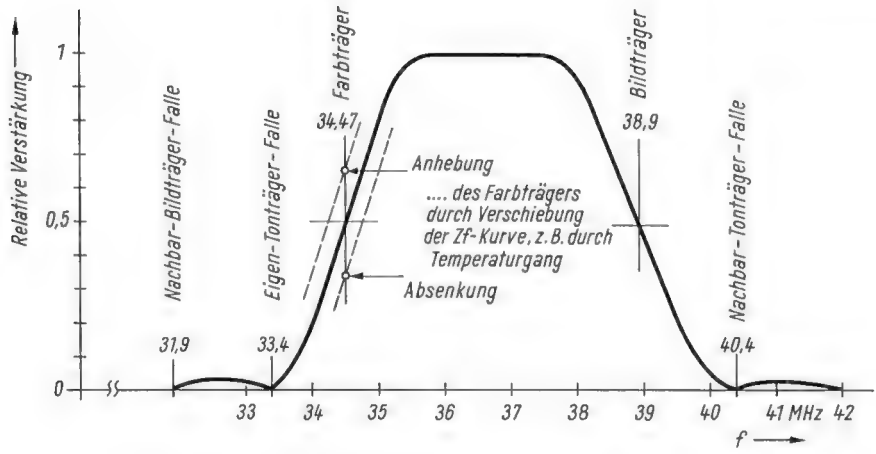


Bild 5.43–3 Zf-Durchlaßkurve mit Lage des Farbträgers F_0

Beide Effekte kann man vermeiden, wenn für Schwarzweißempfang (Kriterium: Kein Burst vorhanden) der gesamte Farbkanal gesperrt wird. Die dazu erforderliche Sperrspannung liefert bei fehlendem Burst der Farbabschalter.

Anschließend werden nun die wichtigsten Stufen des Farbfernsehempfängers ausführlicher behandelt (schaltungsmäßige Besprechungen folgen im Abschnitt 5.5).

5.432 Leuchtdichte-(Y-)Verstärker, Y-Verzögerungsleitung

Dem Bild-Zf-Demodulator schließt sich in jedem Farbfernsehempfänger ein mehrstufiger Y-Verstärker an. Zwischen der ersten und der zweiten Stufe dieses Verstärkers liegt die Y-Verzögerungsleitung. Da das Y- und das Farbart-Signal hinter der ersten Y-Stufe getrennt werden, das Y-Signal einen Breitbandverstärker durchläuft, das Farbartsignal aber einen schmalbandigen Selektivverstärker, muß die hierdurch auftretende Laufzeitdifferenz von etwa 0,7 µs durch eine Verzögerungsleitung im Y-Kanal ausgeglichen werden.

5.433 Farbartsignalverstärker, Farbabschalter

Der gleichfalls mehrstufige Farbartsignalverstärker, auch Chrominanz- oder kurz Farb- bzw. Chromaverstärker genannt, liegt am Eingang des Farbteils (siehe Mittelfeld des Blockschemas); er ist selektiv an die erste Stufe des Y-Verstärkers angekoppelt und erhält nur das trägerfrequente Farbartsignal F. Leuchtdichte-(Y-)Anteile werden von ihm durch einen Hochpaß ferngehalten. Zwei wesentliche Aufgaben hat der Farbartsignalverstärker zu erfüllen; er soll

1. das Ausgangssignal am Farbkontraststeller hinter dem Verstärker unabhängig von der Tunerabstimmung weitgehend konstant halten (*autom. Farbkontrastregelung*, engl.: ACC-automatic chroma control) und
2. das Farbartsignal entzerren.

Zu 1. Die Zf-Durchlaßkurve eines Farbfernsehempfängers fällt normalerweise von etwa 35,4 MHz an zur Tonträgerseite hin linear so ab **(Bild 5.43–3)**, daß bei genauer Abstimmung auf den Sender der Zf-Farbträger (34,47 MHz) aus Kompatibilitätsgründen um 6 dB gegenüber Bandmitte abgesenkt ist. Ist der Empfänger nicht exakt auf den Sender abgestimmt oder tritt durch andere Umstände eine Verstimmung ein, so wird der Farbträger auf der Flanke verschoben und damit die Größe der dem Farbverstärker angebotenen Signalamplitude verändert. Die Folge wäre eine von der Empfängerabstimmung abhängige Farbsättigung des wiedergegebenen Bildes. Sorgt man durch eine Regelung im Farb-

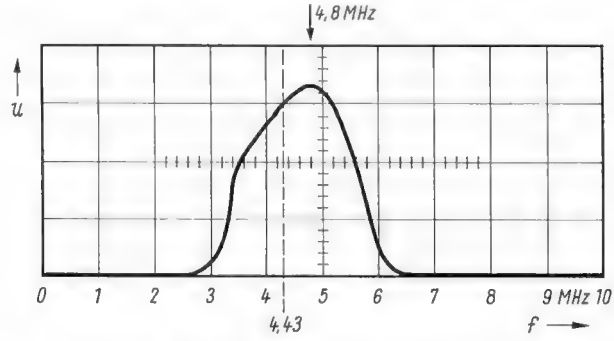


Bild 5.43–4 Durchlaßkurve des Farbartsignalverstärkers

verstärker für eine weitgehende Unabhängigkeit der Ausgangsspannung von der Eingangsspannung, so ist auch die am Farbkontrastknopf eingestellte Farbsättigung weitgehend unabhängig von der Abstimmung des Tuners.

Die Bezugsgröße für die Regelung des Farbverstärkers ist das Farbsynchronsignal (Burst), denn es wird vom Sender mit gleichbleibender Amplitude ausgestrahlt.

Zu 2. eine Entzerrung des Farbartsignals ist notwendig, weil der Farbträger – wie unter 1 erwähnt – auf einer Flanke der Zf-Durchlaßkurve liegt und dabei das obere Seitenband mit weit geringerer Amplitude übertragen wird als das untere. Zum Ausgleich hat deshalb der Farbartsignalverstärker eine Durchlaßkurve, die im Frequenzband von 3,5 ... 5,3 MHz spiegelbildlich zur Zf-Durchlaßkurve liegt (siehe **Bild 5.43–4**).

5.434 PAL-Laufzeitdemodulator

Die für den Ausgleich von Phasenfehlern erforderliche Addition der Farbinformationen zweier aufeinanderfolgender Zeilen und die damit verbundene Mittelwertbildung bewirkt ein Laufzeitdemodulator mit Verzögerungsleitung. In dieser Schaltungsanordnung kann man das quadraturmodulierte Farbartsignal F wieder in seine Komponenten, den V- und den U-modulierten Träger, aufspalten. Diese Zerlegung bedeutet aber, daß der Farbton nicht mehr phasenabhängig ist. Aus der Quadraturmodulation ist wieder eine normale Amplitudenmodulation geworden.

Zum Realisieren der Aufspaltung braucht man nur jeweils die Summe und die Differenz aus verzögertem und unverzögertem Farbartsignal zu bilden **(Bild 5.43–5)**.

Für die Zeilen I und II zeigen dies die Diagramme a und b. In a ergeben die Summe des Zeigers F_I und seines – konjugiert komplexen – Pendants der folgenden Zeile, des Zeigers F^*_{II}, den doppelten F_U-Anteil; der F_V-Anteil hebt sich heraus. Bei der Differenz von F_I und F^*_{II} (Diagramm b) fallen die F_U-Anteile heraus, und nur die doppelte F_V-Komponente bleibt übrig.

Ähnlich liegen die Verhältnisse während der beiden folgenden Zeilen II und III, wenn Summe und Differenz gebildet werden. Das Summenresultat ist wieder der doppelte F_U-Anteil (Diagramm c), das Ergebnis der Differenzbildung wieder der doppelte F_V-Anteil, allerdings jetzt mit umgekehrten Vorzeichen (Diagramm d).

An den beiden Ausgängen des Laufzeitdemodulators stehen somit die beiden Komponenten des Farbartsignals getrennt zur Verfügung, wobei die mit dem V-Signal modulierte Komponente von Zeile zu Zeile ihr Vorzeichen umkehrt.

Die Prinzipschaltung eines Laufzeitdemodulators (besser Aufspalters, denn es wird noch nichts demoduliert!) zeigt **Bild 5.43–6**.

Die zeilenweise nacheinander ankommenden Farbinformationen F_I bzw. F_{II} laufen sowohl in eine Verzögerungsleitung (VL), als auch in zwei Summierstufen (+). Zur Differenzbildung ist in einem Zweig eine Umkehr-

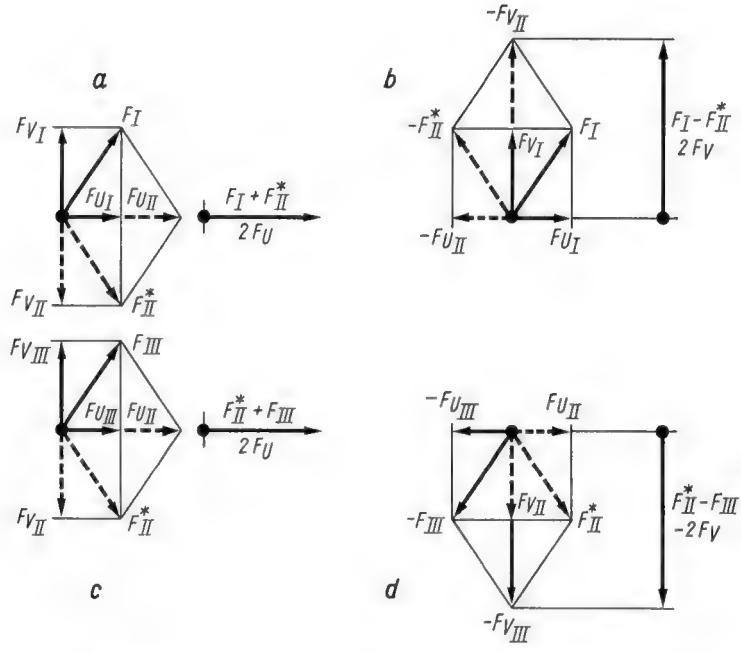


Bild 5.43–5 Zeigerdiagramm zum Laufzeitdemodulator

stufe vorgesehen, an deren Ausgang das Farbartsignal mit einer um 180° gedrehten Phase zur Verfügung steht.

An den beiden Eingängen jeder Summierstufe liegen demnach *gleichzeitig* die Signale zweier aufeinanderfolgender Zeilen. Die obere Summierstufe liefert die U-Komponente, die untere die zeilenweise ihr Vorzeichen wechselnde V-Komponente des Farbartsignals.

Das Prinzip der Verzögerungsleitung zeigt der untere Teil des Bildes: Ein Keramikwandler formt die modulierte 4,43-MHz-Schwingung – das Farbartsignal – in Ultraschallwellen um und strahlt sie in einen Glasstab definierter Länge. Die Schallwellen durchlaufen diesen Glasstab mit einer Geschwindigkeit von etwa 10 000 km/h und erregen nach etwa 64 µs Laufzeit (Dauer einer Zeile) einen zweiten Keramikwandler mechanisch. An seinen

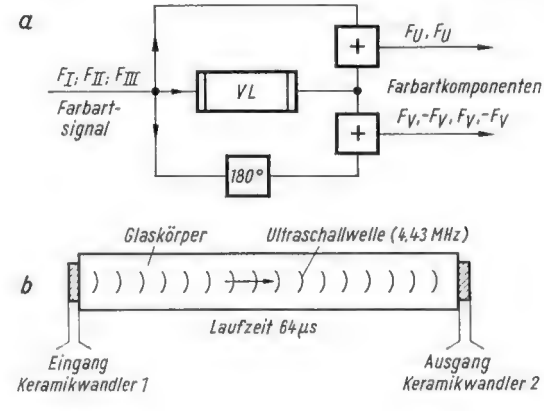


Bild 5.43–6

a) Prinzipschaltung eines PAL-Laufzeitdemodulators,

b) Prinzipschaltung der Laufzeit-(Ultraschallverzögerungs-)leitung

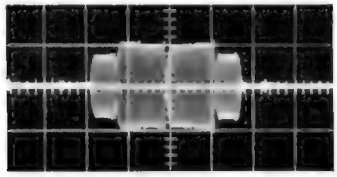


Bild 5.43–7 Oszillogramm des 75 %ig gesättigten Farbbalkens am Eingang des PAL-Laufzeitdemodulators

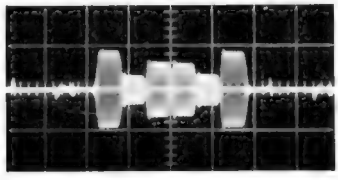


Bild 5.43–8 Oszillogramm des 75 %ig gesättigten Farbbalkens am F_U-Ausgang des PAL-Laufzeitdemodulators

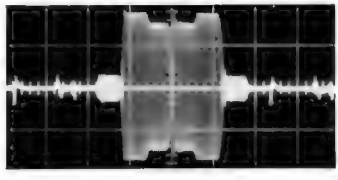


Bild 5.43–9 Oszillogramm des 75 %ig gesättigten Farbbalkens am F_V-Ausgang des PAL-Laufzeitdemodulators

Ausgangsklemmen kann das um 64 µs verzögerte Farbartsignal abgenommen werden. Das Material von Wandlern und Glasstab ist derart ausgewählt, daß Temperaturschwankungen keinen Einfluß auf die Laufzeit haben.

Die Oszillogramme **Bild 5.43–7, –8 und –9** zeigen das Farbartsignal F am Eingang und die Farbartsignalkomponenten F_U bzw. F_V an den Ausgängen der beiden Summierstufen. Diese Oszillogramme entsprechen den Spannungen F_U und F_V sowie dem daraus zusammengesetzten Farbartsignal F.

5.435 Synchrondemodulatoren für das F_V- und F_U-Signal

Die Farbdifferenzsignale U und V können bei bestimmten Farben negativ werden. Diese negativen Werte müssen nach der Demodulation des Farbartsignals erhalten bleiben, oder mit anderen Worten, der Demodulator muß auf die Phasenumkehr des Farbartsignals ansprechen. Man verwendet hierzu einen Synchrondemodulator, dem außer dem Farbartsignal der erforderliche Referenzträger zugeführt wird.

Seine Funktion sei anhand des Zeigerdiagrammes **(Bild 5.43–10)** erklärt.

Im Gegentakttransformator werden das Farbartsignal F und der Träger F_0 geometrisch zusammengesetzt, so daß an der Diode D_1 die Summe und an der Diode D_2 die Differenz aus beiden Spannungen stehen. Die Kondensatoren C_1 bzw. C_2 werden bei Spitzengleichrichtung auf die Spannungen U_{D1} bzw. U_{D2} aufgeladen, die Differenz $U_{D1} - U_{D2}$ kann man an Punkt 7 zwischen den beiden gleich großen Widerständen R_1 und R_2 abnehmen.

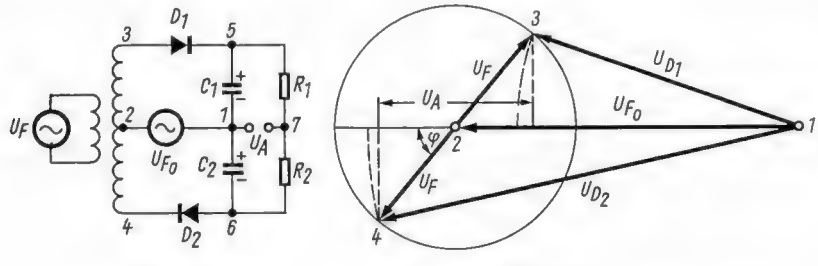


Bild 5.43–10 Prinzipschaltung und Zeigerdiagramm des Synchrondemodulators

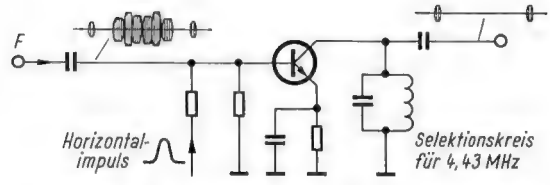


Bild 5.43–11 Prinzipschaltung des Burstverstärkers

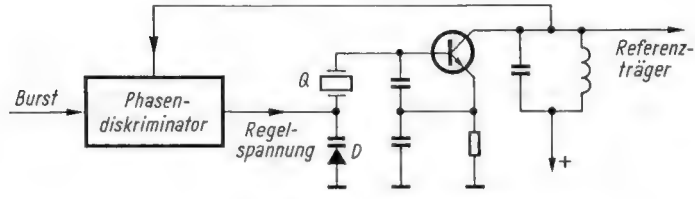


Bild 5.43–12 Prinzipschaltung des Referenzträgeroszillators

Unter der Voraussetzung, daß $U_{F0} \gg U_F$, ist nach dem Zeigerdiagramm die Ausgangsspannung

$$U_A = \text{const} \cdot U_F \cdot \cos \varphi$$

U_A hängt also nur von der Amplitude des Farbartsignals U_F und seine Polarität von der Phasenlage gegenüber dem Referenzträger U_0 ab. Bei $\varphi = 0$ bzw. 180^0 hat U_A seinen maximalen Wert. Bei einer Phasenumkehr von U_F wechselt auch die Ausgangsspannung ihr Vorzeichen, da dann $U_{D1} > U_{D2}$ wird.

5.436 Burstverstärker

Das Farbsynchronsignal (Burst) enthält drei Informationen. Sie dienen zur Synchronisation des Referenzträgeroszillators und des PAL-Umschalters sowie als Bezugsgröße zur automatischen Verstärkungsregelung des Farbartverstärkers.

Um diese Informationen störungsfrei auswerten zu können, muß der Burst vom FBAS-Signal separiert werden, etwa analog zur Impulsabtrennung beim SW-Signal.

Man benutzt hierzu eine Verstärkerstufe **(Bild 5.43–11)**, die nur zu der Zeit arbeitet, in der der Burst vorhanden ist, d. h. also während des Zeilenrücklaufs. Der Burstverstärker wird durch Zeilenimpulse aufgetastet, so daß an seinem Ausgang – am Selektionskreis für 4,43 MHz – nur noch der Burst verstärkt auftritt. Die im F-Signal enthaltene Farbinformation ist unterdrückt.

5.437 Referenzträgeroszillator

Zur exakten Demodulation des Farbartsignals muß im Empfänger der im Studio unterdrückte Träger wieder zugesetzt werden, und zwar genau in ursprünglicher Frequenz und Phase. Dazu wird im Empfänger mit Hilfe eines Quarzes eine Schwingung von etwa 4,433 MHz erzeugt. Da dieser Quarzoszillator aber noch nicht genau genug seine Frequenz konstant hält, muß er noch zusätzlich synchronisiert werden, um exakt mit der Frequenz von 4,43361875 MHz zu schwingen. Hierzu wird der Burst, der 10...12 Schwingungen dieser Frequenz aufweist, herangezogen. Aus dem Frequenzvergleich von Burst und Referenzträger gewinnt man in einem Phasendiskriminator eine Regelspannung, die bei Übereinstimmung beider Frequenzen zu null wird. (Der Phasendiskriminator arbeitet ebenso wie der in der Zeilensynchronisation.)

Bild 5.43–12 zeigt die Prinzipschaltung eines Referenzträgeroszillators. Man erkennt die Reihenschaltung eines die Frequenz bestimmenden Schwingquarzes Q mit einer Kapazitätsdiode D. Mit ihr kann die Frequenz des Oszillators in gewissen Grenzen (ca.

± 300 Hz) verändert werden, wenn man ihre Vorspannung variiert.

Wird nun die Ausgangsspannung des Phasendiskriminators dieser Kapazitätsdiode zugeführt, sorgt der vorerwähnte Regelmechanismus dafür, daß der Referenzträger exakt mit der durch den Burst vom Sender vorgegebenen Frequenz und Phase schwingt.

5.438 PAL-Identifikation (7,8-kHz-Oszillator, PAL-Umschalter)

Der PAL-Umschalter ist erforderlich, um die im Sender vorgenommene Phasenumschaltung (zeilenweise Phaseninvertierung) der F_V-Komponente wieder rückgängig zu machen. Dies bedeutet, daß er absolut synchron mit dem entsprechenden PAL-Umschalter des Senders laufen, d. h. vom Sender durch ein entsprechendes Signal synchronisiert werden muß. Man spricht hier von einer Identifikation der „PAL-Phase".

Die vorerwähnte Synchronisierinformation liegt – wie schon früher angedeutet – im Burst, und zwar in seiner synchron zu F_V umgeschalteten Komponente. Mit anderen Worten, die momentane Phase dieser geschalteten Burstkomponente identifiziert die Phase von F_V.

Der im Abschnitt 5.437 erwähnte Phasendiskriminator liefert nicht nur eine Regelgleichspannung für den Referenzträgeroszillator, sondern zusätzlich – da er ja auch auf die umgeschaltete Phase des Burstes anspricht – eine meist sägezahnförmige Spannung mit einer Folgefrequenz von 7,8 kHz. Aus Gründen einer weitgehend störungsfreien Synchronisation des PAL-Umschalters verstärkt man diese 7,8-kHz-Schwingung nochmals in einem Verstärker mit sehr schmaler Bandbreite oder synchronisiert mit ihr einen 7,8-kHz-Oszillator.

Mit der aus dieser Verstärkerstufe bzw. dem Oszillator verfügbaren von Störungen befreiten 7,8-kHz-Schwingung wird in der Regel ein Multivibrator (Flipflop) angestoßen; er liefert eine rechteckförmige Spannung ebenfalls mit einer Folgefrequenz von 7,8 kHz. Mit ihr werden wechselweise zwei Dioden durchgeschaltet oder gesperrt.

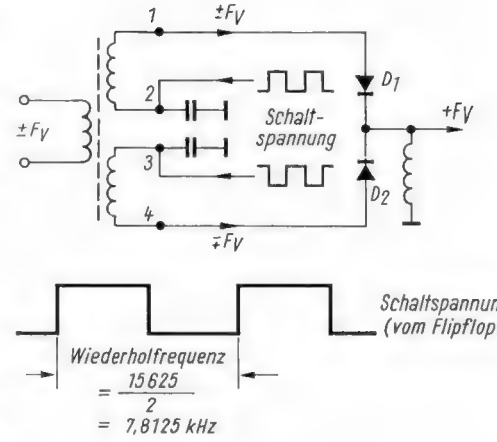


Bild 5.43–13 Prinzip des PAL-Umschalters

Bild 5.43–13 zeigt die Prinzipschaltung eines solchen PAL-Umschalters. Sein Zweck liegt darin, eine Spannung zeilenweise um 180° umzuschalten oder umgekehrt eine von Zeile zu Zeile um 180° vorgenommene Phasenumschaltung wieder aufzuheben.

Hierzu wird das umzuschaltende Signal einem Transformator mit Gegentakt-Sekundärwicklung zugeführt. An den Klemmen 1 und 4 dieser Wicklung steht dieses Signal in Gegenphase zur Verfügung ($+F_V$ bzw. $+F_V$). Werden nun die Dioden D_1 bzw. D_2 immer dann durchgeschaltet, wenn an ihren Anoden $+F_V$ steht, ist somit die zeilenweise Phasenumkehr von F_V aufgehoben. Die an die Klemmen 2 und 3 angelegte vorerwähnte 7,8-kHz-Rechteckspannung schaltet dabei jeweils eine Diode durch und sperrt zugleich die andere.

Zu erwähnen wäre noch, daß zu einer wirklich störungsfreien Synchronisation des Multivibrators außer der 7,8-kHz-Spannung in den meisten Fällen auch noch die Zeilen-Rücklaufimpulse herangezogen werden.

5.439 Dematrix zur Gewinnung des (G - Y)-Signals bzw. der Farbwertsignale R, G, B

Die Dematrix hat die Aufgabe, aus den beiden Farbdifferenzsignalen R – Y und B – Y entweder das dritte Farbdifferenzsignal G – Y abzuleiten oder in einer erweiterten

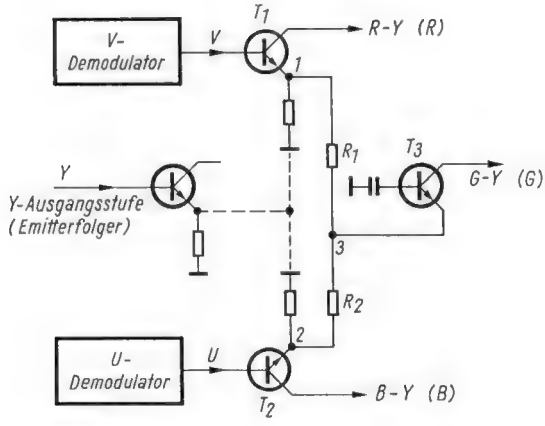


Bild 5.43–14 Prinzipschaltung einer Dematrix zur Gewinnung des (G–Y)-Signals bzw. der Farbwertsignale R, G, B

Form unter Hinzuziehung des Y-Signals die drei Farbwertsignale R, G, B zu bilden.

Nach Gleichung ④ auf Seite 430

$$G - Y = -0{,}51\ (-R-Y) - 0{,}19\ (-B-Y)$$

wird das Gründifferenzsignal gebildet. Addiert man also 51 % des Rotdifferenzsignals mit 19 % des Blaudifferenzsignals, so erhält man das negative Gründifferenzsignal.

In **Bild 5.43–14** ist das schematisch angedeutet. Der V- bzw. U-Demodulator liefert Differenzsignale an die Emitterfolger T_1 und T_2. Bei entsprechender Dimensionierung der Widerstände R_1 und R_2 wird dann nach Gleichung ④ das Rotdifferenzsignal V von Punkt 1 mit dem Blaudifferenzsignal U von Punkt 2 derart kombiniert, daß an Punkt 3 das Gründifferenzsignal zur Verfügung steht. Dieses gelangt nun an den Transistor T_3, der in Basisschaltung arbeitet. An den Kollektoren der Transistoren T_1 ... T_3 erhält man dann die zur Aussteuerung der Farbdifferenz-Endstufen benötigten Spannungen.

In der erweiterten Form – wenn nicht nur die Differenzsignale, sondern die Farbwertsignale gebildet werden sollen – führt man an die Emitter der Transistoren T_1 und T_2 noch das Y-Signal. An den Kollektoren der drei Transistoren T_1, T_2 und T_3 kann man die Farbwertsignale R, G und B abnehmen.

5.4310 Farbsignal-Endstufen

Je nach Ansteuerung der Farbbildröhren, ob nach dem RGB- oder FD-Verfahren (vgl. Abschnitt 5.441), unterscheiden sich die Schaltungen und Betriebswerte der Farbsignal-Endstufen. Darüber hinaus können sie mit Röhren oder Transistoren bestückt sein.

Die jeweils dreifach auftretenden Endstufen sind im allgemeinen untereinander identisch, wobei die für die RGB-Ansteuerung etwa 100 V_{ss} liefern und die für die FD-Ansteuerung bis zu 215 V_{ss} (beim [B–Y]-Signal).

Außer der Forderung nach hohem Ausgangspegel müssen die Farbsignalendstufen so dimensioniert sein, daß sich weder durch Alterung ihrer Bauelemente noch durch Schwankungen der angelegten Betriebsspannung ihr Verstärkungsfaktor ändert, weil sich sonst der einmal eingestellte Weißabgleich verschieben würde. Für die SW-Wiedergabe bedeutet das statt einer neutralen SW-Wiedergabe einen Farbstich zu einer der drei Primärfarben oder den entsprechenden Komplementärfarben hin. Das vorgenannte Problem wird im allgemeinen durch sogenannte Klemmschaltungen gelöst (s. Abschnitt 5.441).

5.4311 Farbbildröhre

Die Arbeitsweise der beim Farbfernsehen angewendeten Lochmaskenröhre dürfte weitgehend bekannt sein, so daß hier nur eine kurze Zusammenfassung erfolgt.

Auf dem Bildschirm der Lochmaskenröhre erscheint als kleinstes Bilddetail nicht ein einzelner, mehr oder minder heller Bildpunkt, sondern ein *Farbtripel*, das aus je einem roten, grünen und blauen Leuchtstoffpunkt verschiedener Helligkeit zusammengesetzt ist **(Bild 5.43–15)**. Das Auge nimmt durch sein begrenztes Auflösungsvermögen diese Farbtripel als einheitliches Ganzes wahr. Die Erregung der Leuchtstoffpunkte erfolgt durch die Elektronenstrahlen dreier um 120^0 versetzter und um etwa $1{,}5^0$ gegen die Röhrenachse geneigter Strahlsysteme („Rot-, Grün- und Blaukanone"), die jeweils das für die betreffende Farbe notwendige Steuersignal erhalten. Die Strahlen überschneiden sich kurz vor dem Bildschirm.

Wird das Strahlenbündel durch ein magnetisches Ablenksystem (wie bei jeder normalen Bildröhre) über den Schirm geführt, so kann beispielsweise der „blaue" Strahl auch die neben dem blauen Leuchtstoffpunkt liegenden roten und grünen Punkte anregen. Um dies zu verhindern, ordnete man parallel zum Schirm in der Überschneidungsebene der Elektronenstrahlen eine *Lochmaske* derart an, daß jeweils ein Maskenloch genau vor einem Tripelmittelpunkt steht **(Bild 5.43–16)**. Für den „blauen" Strahl liegen dann die ro-

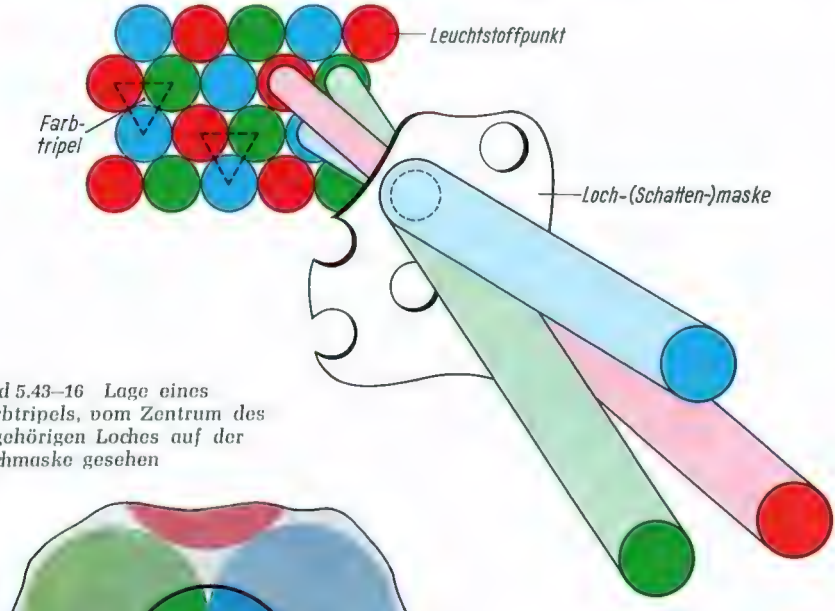


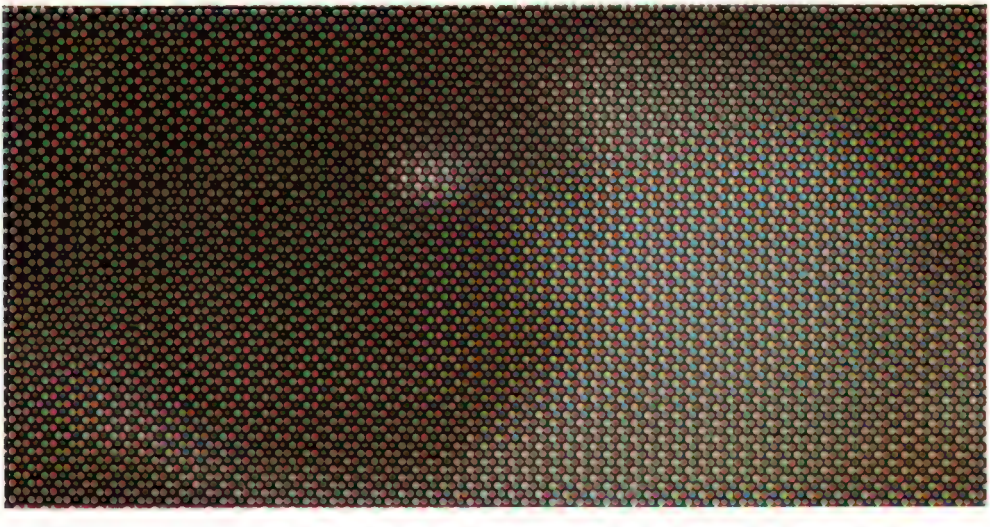
Bild 5.43–16 Lage eines Farbtripels, vom Zentrum des zugehörigen Loches auf der Lochmaske gesehen

Oben: Bild 5.43–15 Prinzipielle Wirkungsweise einer Lochmaskenröhre. Die sonst unsichtbaren Elektronenstrahlen wurden hier aus Anschauungsgründen farbig gezeichnet; sie »konvergieren» in einem Loch der Lochmaske, landen dann aber auf den entsprechenden Farbpunkten eines gemeinsamen Farbtripels

Rechts: Bild 5.43–17a Farbiges Porträt, aus Farbtripeln zusammengesetzt

Mitte: Bild 5.43–17 b Detail des Schirmbildes a (Augenpartie) bei zehnfacher Vergrößerung

Unten: Bild 5.43–17 c Detail des Schirmbildes a bei etwa 25facher Vergrößerung



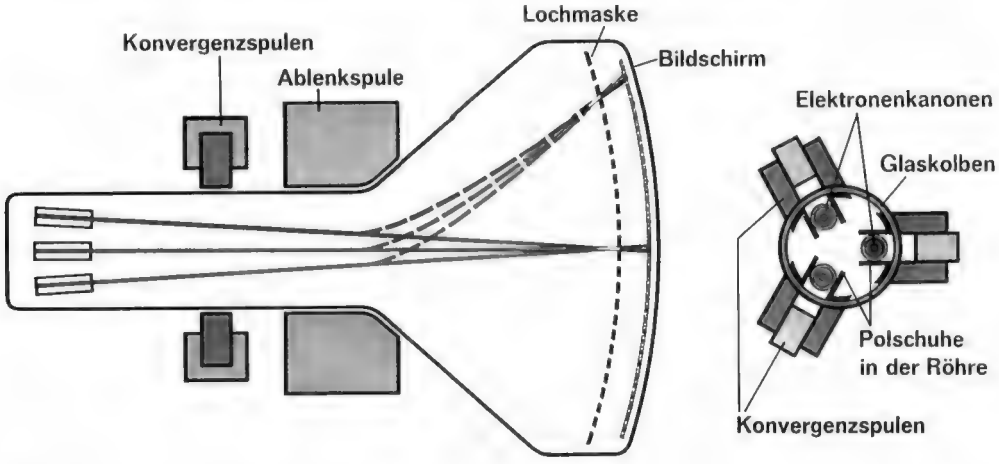


Bild 5.43–18 Lochmasken-Bildröhre mit Ablenk- und Konvergenzspulen von oben gesehen, rechts davon prinzipieller Aufbau des Konvergenzsystems auch Konvergenzeinheit genannt. Der grüne und der blaue Elektronenstrahl wurden im Bild untereinander vertauscht

ten und die grünen Punkte immer im „Schatten" der Maske, wonach die Röhre auch gelegentlich benannt wird: Schattenmaskenröhre (shadow maske tube). Analoges gilt für die beiden anderen Elektronenstrahlen. Jedem Strahl ist nur eine Farbe zugeordnet, vorausgesetzt, er passiert die Lochmaske stets unter einem bestimmten Winkel (Bild 5.43–15).

Wie ein farbiges Schirmbild bei 1,2 Millionen Leuchtstoffpunkten, geordnet zu 400 000 Farbtripeln bei einer gleichhohen Anzahl von Maskenlöchern, zusammengesetzt ist, veranschaulichen die **Bilder 5.43–17a** bis **c.**

Bild 5.43–18 zeigt den prinzipiellen Aufbau der Lochmasken-(Dreifarben-)Bildröhre. Ein gemeinsames Ablenksystem schreibt mit den drei Strahlen das Bildraster, wobei die exakte Deckung *(Konvergenz)* der einzelnen Farbraster gefordert wird. Weil dies von vornherein aus technologischen Gründen nicht ganz möglich ist, muß man noch ein spezielles Ablenksystem *(Konvergenzsystem)* vorsehen, das auf jeden Strahl gesondert wirkt und dadurch gewisse Korrekturen gestattet.

Schlechte Konvergenz macht sich besonders bei der Wiedergabe von Schwarzweißbildern bemerkbar, da ja der unbunte Bildeindruck durch eine bestimmte Mischung der drei Grundfarben Rot, Grün und Blau erreicht wird. Ist die Konvergenz unzureichend, ist also das Mischungsverhältnis dadurch an einigen Stellen gestört, so entstehen im unbunten Bild farbige Konturen.

In Bild 5.43–18 rechts sind – gleichfalls vorerst nur grundsätzlich – einige Einzelheiten des Konvergenzsystems angedeutet. Wir bemerken drei um 120° versetzte Magnetsysteme auf dem Röhrenhals mit den zugehörigen Polschuhen im Innern der Bildröhre. Nähere Erklärungen über den Aufbau und die Wirkungsweise dieser Anordnung folgen im Abschnitt 5.43–12 auf Seite 456.

Bild 5.43–19 zeigt einen praxisnahen Schnitt durch die Farbbildröhre A 63 – 11 X. Wir erkennen linksseitig die Frontschale (-platte) mit der Leuchtschicht, dahinter (im Bild rechts davon) die Lochmaske. Die Frontschale wird von einem Metallrahmen umschlossen, an den sich über dem Röhrentrichter (-konus, -kolben) die abnehmbare Abschirmhaube gegen das magnetische Feld der Erde anschließt (oben und unten im Bild zu

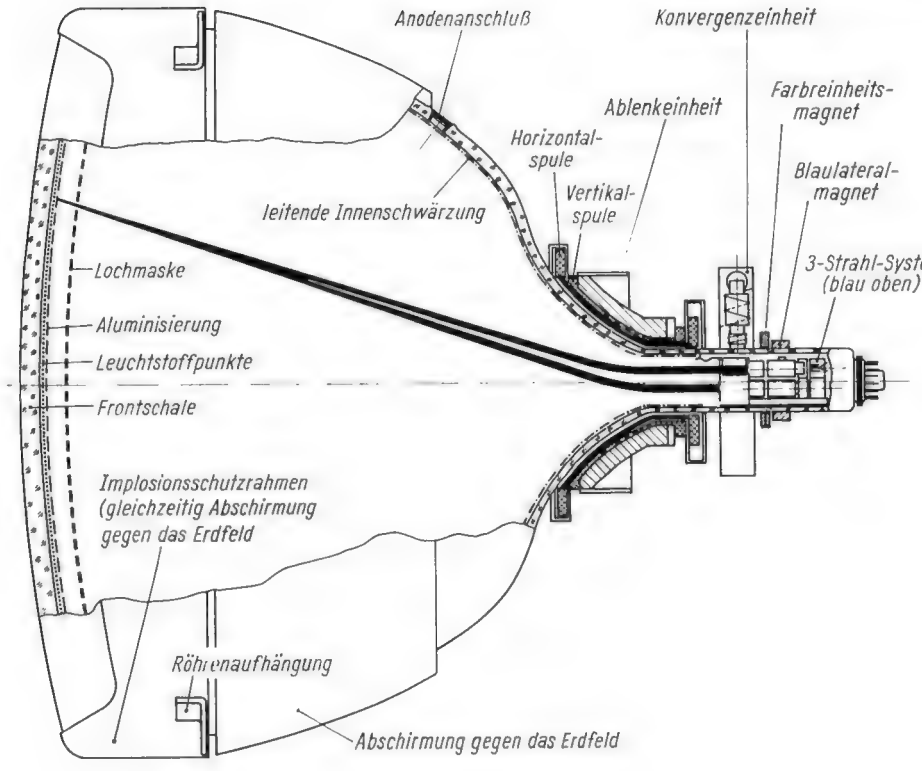


Bild 5.43–19 Schnitt durch eine Farbbildröhre (A 63 – 11 X)

sehen). Die Bilder **5.43–20 a** und **b** ergänzen die Darstellung zur Bildröhre.

Im Röhrenhals angeordnet sind die drei Strahlsysteme für Rot, Grün und Blau sowie drei Polschuhpaare mit magnetischen Leitblechen. Die Röhre ist stets mit horizontal liegender Achse und oben befindlichem „blauen" Strahlsystem zu betreiben. Auf den Röhrenhals aufgeschoben ist die Ablenkeinheit. Diese enthält in einem Kunststoffgehäuse

1. das in gewissen Grenzen (± 10 mm) verschieb- und fixierbare Ablenkjoch mit den als Sattelspulen ausgebildeten Wicklungen für die Horizontal- und Vertikalablenkung,

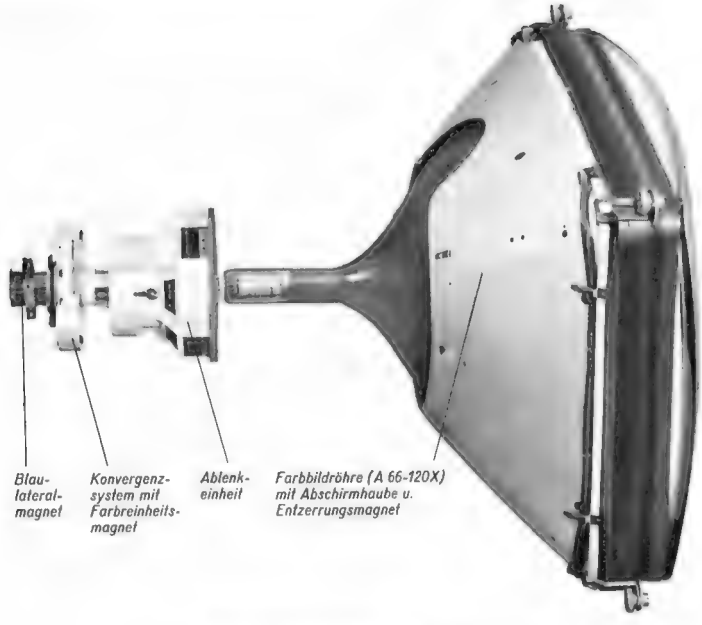
2. eine Differentialspule zur konvergenzgerechten Verteilung des Horizontal-Ablenkstromes auf die beiden Horizontal-Ablenkspulen,

3. ein Spannband mit Halteschrauben,

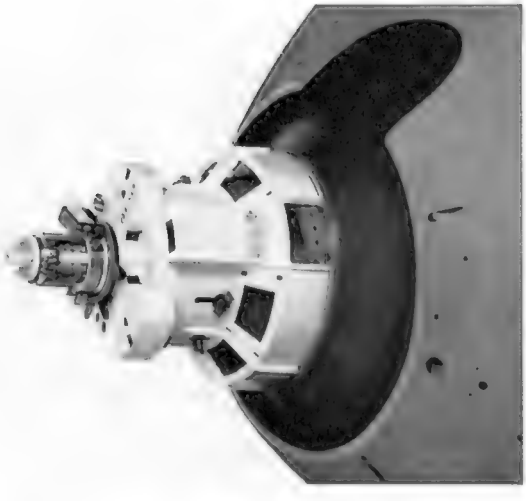
4. ein mit dem Kunststoffgehäuse mechanisch verbundenes, jedoch lösbares (Radial-) Konvergenzsystem mit drei Konvergenzsegmenten (Abschnitt 5.4312), die den Polschuhpaaren innerhalb des Röhrenhalses gegenüberliegen, und schließlich

5. zwei scheibenförmig ausgebildete Farbreinheitsmagnete, die mit dem Konvergenzsystem lösbar verbunden sind.

Von der Ablenkeinheit räumlich getrennt sitzt etwa an der Stelle, an der bei älteren SW-Bildröhren sich noch der Ionenfallenmagnet befand, der *Blaulateralmagnet*, auch *Blauschiebemagnet* (BSM) oder Lateral-Konvergenzsystem genannt. Er wird im nächsten Abschnitt (5.3412) behandelt.



Oben: Bild 5.43–20 a Seitenansicht einer Farbbildröhre mit Zubehör („explodierte" Darstellung)



Links: Bild 5.43–20 b Ansicht und Lage der Ablenk- und Konvergenzeinheit sowie des Blaulateralmagneten auf dem Röhrenhals einer 90°-Farbbildröhre

Die neueren Farbbildröhren mit 90°-Ablenkwinkel, wie z. B. die Typen A 56–120 X und A 66–120 X, zeichnen sich im wesentlichen durch folgende Fortschritte aus:

1. Temperaturkompensierte Lochmaske
2. Europa-(Euro-)maske
3. Verbesserte magnetische Abschirmung
4. Helligkeitssteigerung durch neue Leuchtstoffkombinationen

zu 1:

Die Lochmaske wird während des Betriebes durch das Auftreffen von Elektronenstrahlen (ca. 75 % der Strahlleistung) stark erwärmt. Berücksichtigt man zudem die Wärmestrah-

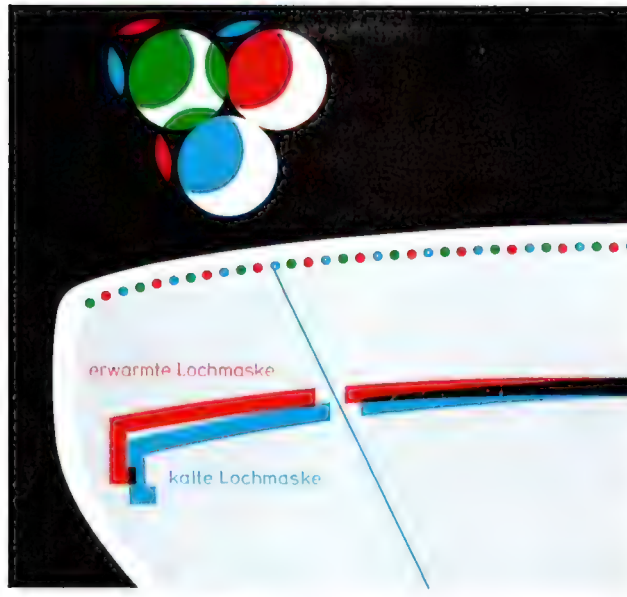


Bild 5.43–21 a Asymmetrische Aufhängung der Lochmaske mit unterschiedlicher Wärmeausdehnung. Ungenaue Landung der Elektronenstrahlen infolge der Lochverschiebung bei der erwärmten Lochplatte

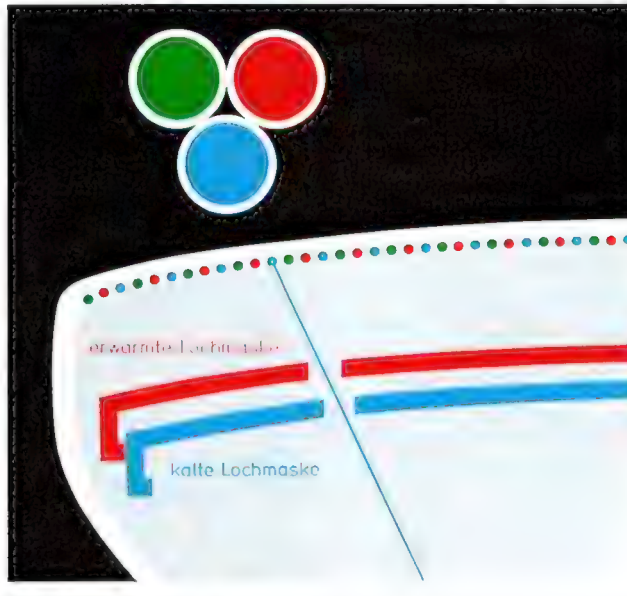


Bild 5.43–21 b 4-Punkte-Aufhängung der Lochmaske mit kompensierter Ausdehnung. Exakte Landung der Elektronenstrahlen

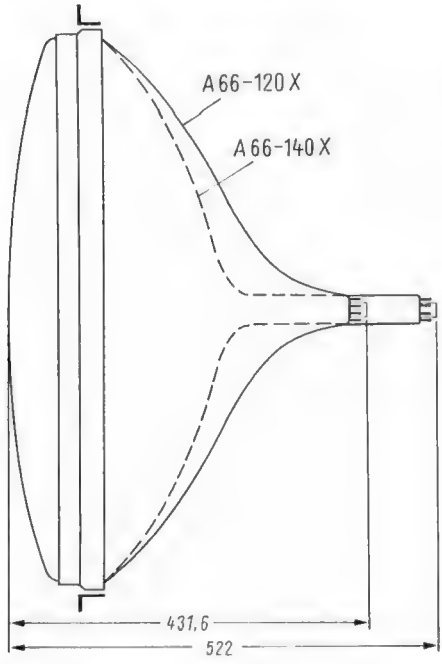


Bild 5.43–22 Vergleich der Abmessungen einer 90°- und 110°-Farbbildröhre

lung der Maske durch die Frontplatte, die Wärmestrahlung auf den innen geschwärzten Bildröhrenkonus und die Wärmequellen des Gerätes, so ist leicht einzusehen, daß sich die Lochmaske ausdehnt und dadurch die Farbreinheit beeinträchtigt. Als Gegenmittel wurde die temperaturabhängige Halterung der Maske eingeführt, zum Beispiel nach dem TCM-Konzept (Temperature Compensated Mask). Drei bzw. vier Bimetallfedern, die an dem Stahlrahmen der Maske aufgeschweißt sind und in entsprechende Stifte des Glasschirmes greifen, bewirken, daß sich die Maske mit zunehmender Erwärmung und Ausdehnung zum Bildschirm hin entsprechend vorschiebt (ca. 0,1 mm), wobei der Durchtrittswinkel des Elektronenstrahls stets konstant bleibt **(Bild 5.43–21 a, b)**.

zu 2:

Das Bildformat der neueren Farbbildröhren im Seitenverhältnis 3:4 ist fast rechteckig und entspricht damit der Sendenorm. Der Bildschirm weist überdies eine sehr geringe Wölbung auf. Der störende Effekt einer Moirébildung, gegeben durch das Verhältnis der Löcher in der Maske (Lochreihen) in vertikaler Schirmrichtung zur Zahl der sichtbaren Zeilen, ist weitgehend gemildert, weil seit einiger Zeit die für die amerikanische Sendenorm (525 Zeilen) dimensionierte Lochmaske den europäischen Normbedingungen (625 Zeilen) angepaßt wurde. Die gleichzeitige Vermehrung der Maskenlöcher und Leuchtstoffpunkte, d. h. eine feinere Punktrasterung, steigerte die Bildqualität. Weitere Erkenntnisse und Verbesserungen, die zur praktisch völligen Beseitigung des Moirés führen, bahnen sich an.

zu 3:

Bei den Farbbildröhren mit der flacheren Bildschirmwölbung und den größeren Eckenbereichen mußte der Erdfeldeinfluß weiter vermindert werden. Man erreichte dies durch zusätzliche magnetische Polschuhe an den Schmalseiten des Maskenrahmens innerhalb der Röhre und durch Vergrößerung der beim Einschalten erforderlichen Amperewindungszahl von 500 AW auf 700 AW.

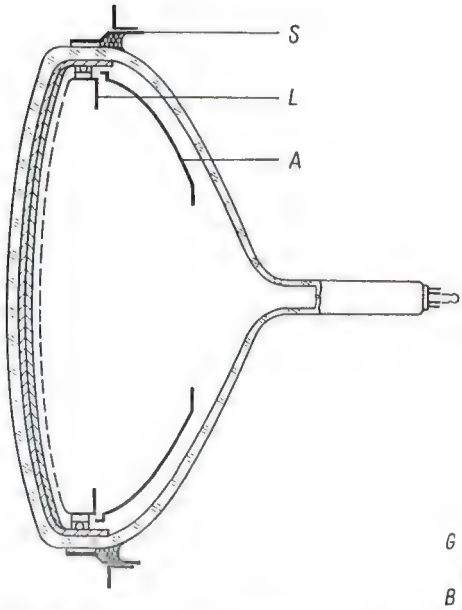
zu 4:

An den Farbbildröhren werden laufend die Helligkeit und/oder der Kontrast verbessert. Der letztere Weg scheint vorteilhafter zu sein, weil dann das Bildflimmern nicht so hervortritt. Eine größere Helligkeit erreicht man durch etwas verringerte Lichtabsorption in der weniger stark eingefärbten Frontplatte, durch bessere Ausnutzung des Leuchtstoffpunktes und durch die Verwendung neuer, besserer Leuchtstoffe.

Die 1970 herausgekommene 110°-Farbbildröhre A 66–140 X ermöglicht durch den höheren Ablenkwinkel eine um 9 cm kürzere Röhrenbaulänge und damit ein flacheres Gehäuse, dessen Abmessungen denen der SW-Geräte ähneln. Wie aus **Bild 5.43–22** zu ersehen ist, besitzt die A 66–140 X einen Sicherheitsrahmen, der für die Durchsteck-Einbautechnik ausgelegt ist. Die Schirmfläche hat die glei-

che Größe wie die A 66–120 X; der Durchmesser des Röhrenhalses beträgt wie bei den 90°-Röhren 36,5 mm.

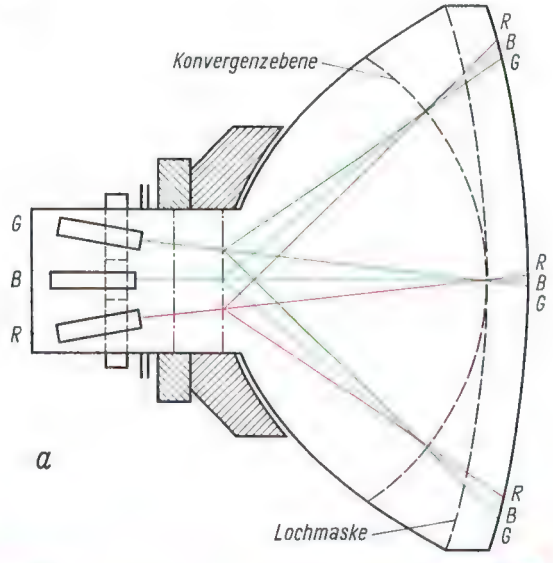
Eine Besonderheit dieser Röhre besteht darin, daß die gegenüber äußeren Feldern notwendige magnetische Abschirmhaube (-kappe) bereits innerhalb der Röhre angeordnet und dortselbst mit dem Maskenrahmen verschweißt ist **(Bild 5.43–23)**. Damit wird die Abschirmwirkung erheblich verbes-



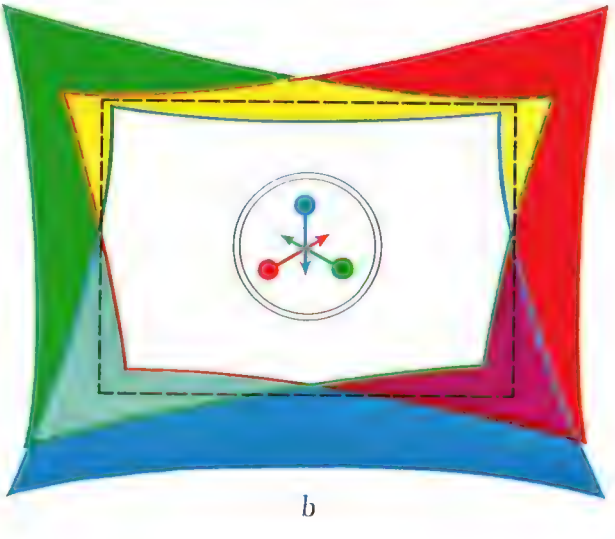
Oben: Bild 5.43–23 Die magnetische Abschirmung im Innern der 110°-Farbbildröhre A 66–140 X. S = Sicherheitsrahmen, L = Lochmaske mit Rahmen, A = magnetische Abschirmhaube

Rechts: Bild 5.43–24
Dynamische Konvergenzfehler

a) Flachgewölbte Lochmaske bedingt am oberen und unteren sowie am linken und rechten Rand des Bildschirms Konvergenzfehler



b) Konvergenzfehler auf dem Bildschirm durch Kissenverzeichnungen infolge der flachen Wölbung des Bildschirms und zusätzlich durch Trapezverzeichnungen infolge der exzentrisch zur Röhrenachse angeordneten Strahlsysteme (Systeme von der Schirmseite gesehen)



sert und der Platzbedarf im Gerät verkleinert; das Gewicht verringert sich um ca. 1,2 kg.

Hinsichtlich der Schaltungstechnik weicht die 110°-Farbbildröhre in nachstehenden Punkten von dem 90°-Typ ab: Sie benötigt:

a) eine ca. doppelt so große Ablenkleistung,

b) ein stärker dimensioniertes Netzteil,

c) eine Konvergenzschaltung mit aktiven Bauelementen,

d) eine anders geartete Schaltung für die Kissenentzerrung.

Eine gleichartige, kleinere 110°-Farbbildröhre unter der Typenbezeichnung A 56–140 X ist Ende 1971 zu erwarten.

Eine Typenübersicht der Farbbildröhren bietet **Tabelle 7–V** im Anhang dieses Buches. Aus den dort befindlichen Skizzen geht zugleich die Anordnung und Bezeichnung der Elektroden hervor.

5.4312 Konvergenzfehler und die Mittel zu ihrer Beseitigung.

Es sei noch einmal wiederholt, daß Konvergenz Deckungsgleichheit der drei Farbraster bedeutet. Dies wird nur erreicht, wenn sich die drei Elektronenstrahlen in der Lochmaskenebene überschneiden. Da nun diese Ebene anders verläuft als die einer Kugelschale entsprechende Konvergenzebene **(Bild 5.43–24 a)**, treten – wenn keine Gegenmaßnahmen erfolgen – bei den einzelnen Farbrastern unterschiedliche Kissenverzerrungen auf. Außerdem sind Trapezverzeichnungen zu bemerken, die ihre Ursache in den zur Röhrenachse exzentrisch angeordneten Strahlsystemen haben **(Bild 5.43–24 b)**. Wir werden auf diese Konvergenzfehler gleich näher eingehen.

Zuvor wollen wir die Bereiche der Konvergenz abstecken:

Im Bereich der Bildmitte, d. h. im nicht oder nur wenig abgelenkten Zustand des Strahlbündels, spricht man von *statischer Konvergenz*. In den Bereichen darüber hinaus bis zu den Bildrändern, wenn also eine Ablenkung bis zum äußersten Winkel erfolgt, erstrebt man *dynamische Konvergenz*, die – je nach Frequenz der erforderlichen Korrekturströme (50 Hz Vertikalfrequenz oder 15,625 kHz Horizontalfrequenz) – auch mit dynamische Vertikal – bzw. Horizontalkonvergenz bezeichnet wird. Schließlich ist noch die Rede von der *Eckenkonvergenz*, ein Begriff, der mit der Einführung der 110°-Ablenktechnik Bedeutung erhielt.

Statische Konvergenzfehler

Eine gute statische Konvergenz – alle drei Elektronenstrahlen (R, G, B) sollen ja gemeinsam ein Maskenloch unter gleichem Einfallswinkel passieren, um allein das zugeordnete Farbtripel zum Leuchten anzuregen – setzt eine überaus genaue Montage des gesamten Strahlsystems bezüglich der gegenseitigen Neigung der drei Strahler und ihrer Zentrierung gegen die Röhrenachse voraus. Winkelabweichungen von wenigen Zehntelgrad spielen hierbei schon eine große Rolle. Bei der Serienfertigung läßt sich jedoch solch eine Präzision ohne sehr großen Kostenaufwand nicht realisieren. Um nun zu vermeiden, daß beispielsweise der Strahl der blauen Kanone den blauen Leuchtstoffpunkt eines anderen statt des „zuständigen" Farbtripels trifft, müssen solche Systemfehler nachträglich von außen korrigierbar sein. Man benutzt dazu das bereits in Bild 5.43–18 angedeutete Konvergenzsystem. Es wird ergänzt, wie aus der Prinzipskizze **(Bild 5.43–25)** ersichtlich, durch drei im Röhrenhals angeordnete Polschuhpaare (magnetische Leitbleche), an die sich außen – einander um 120° versetzt – die drei U-förmigen in eine Halterung eingesteckten Elektromagnete (sogenannte *Konvergenzsegmente*) anschließen. An den Enden dieser Segmente befinden sich bei verschiedenen Typen verstellbare Permanentmagnete. Die Polschenkel sind von verschiedenen Wicklungen umgeben. Eine von diesen ist für die dynamische Korrektur der Horizontalkonvergenz, eine weitere für die der Vertikalkonvergenz vorgesehen. Den konstruktiven Aufbau dieser Konvergenzeinheit zeigt **Bild 5.43–26**.

Die Permanentmagnete – soweit vorhanden – erzeugen je nach Einstellung zwischen den Polschuhen ein konstantes Magnetfeld bestimmter Richtung und Stärke und ermög-

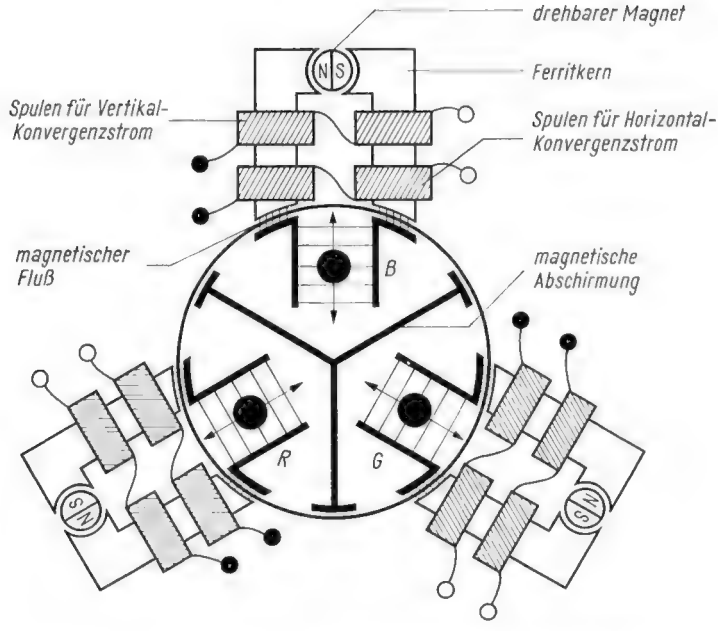


Bild 5.43–25 Prinzipaufbau des Konvergenzsystems für die radiale Konvergenz

lichen dadurch eine bleibende Ablenkung jedes einzelnen Strahls, und zwar des von der Blaukanone in vertikaler und des von der Grün- und Rotkanone in einer um $\pm$ 120° gegenüber der Vertikalen gedrehten Richtung. Nun kann man wegen der mehr oder minder vom Sollwert abweichenden Lage der Strahlsysteme wohl zwei der drei Strahlen radial auf einen Punkt konzentrieren, aber nicht drei. Der dritte Strahl, und zwar der von der Blaukanone, ist daher durch einen zusätzlichen *Blauschiebemagneten (Blaulateralmagnet)* auch in seitlicher (lateraler) Richtung korrigierbar (siehe **Bild 5.43–27**). Der prinzipielle Aufbau des Blauschiebemagneten geht aus **Bild 5.43–28** hervor; er enthält im Rahmen einer Spannringkonstruktion einen drehbaren Permanentmagneten für die statische horizontale Blauverschiebung im Mit-

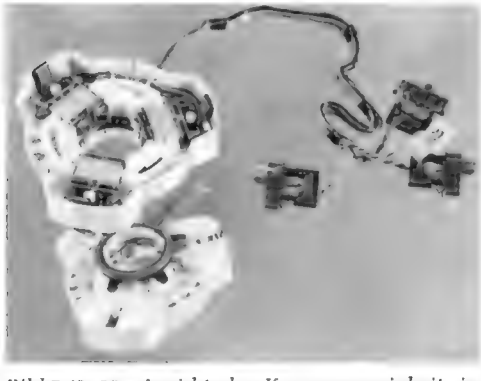


Bild 5.43–26 Ansicht der Konvergenzeinheit, im Spiegelbild darunter Farbreinheitsmagnet sichtbar (AEG-Telefunken)

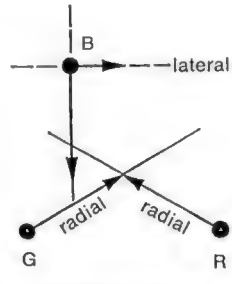


Bild 5.43–27 Verschieberichtungen der Elektronenstrahlen durch Konvergenzsystem und Blauschiebemagnet

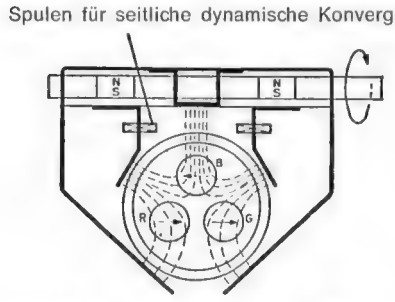


Bild 5.43–28 Prinzipaufbau des (Blaulateral-) Blauschiebemagneten (BSM) für die seitliche (laterale) Blauverschiebung

tenbereich sowie zwei Spulen für die dynamische Blaukonvergenzkorrektur am rechten und linken Bildrand. Eine Industrieausführung zeigt **Bild 5.43–29**.

Um die statische Konvergenz nicht mehr am Konvergenzsystem selbst einstellen zu müssen (hierzu ist immer die Rückwand des Gerätes abzunehmen), schickt man durch eines der vorhandenen Spulenpaare oder durch ein zusätzlich drittes einen einstellbaren Gleichstrom. Nunmehr können die Einstellelemente (Potentiometer für das Variieren der Gleichströme) auf der *Konvergenzplatte* untergebracht werden, die von vorn zugänglich ist. Man benötigt infolgedessen für die Bildschirmkontrolle keinen Servicespiegel mehr; die nahe, unmittelbare Betrachtung des Bildschirmes erlaubt ein genaues Justieren.

Farbreinheit

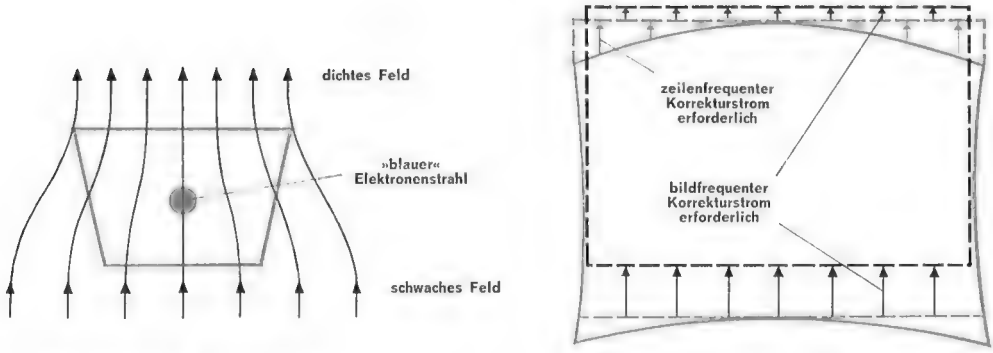
An dieser Stelle ist noch der *Farbreinheitsmagnet* zu erwähnen, mit dem man die Fehler kompensiert, die aus der nicht völlig konzentrischen Montage der Strahlsysteme resultieren. Ohne ihn wäre kein gutes Farbbild realisierbar. Der Farbreinheitsmagnet – sein Aufbau, seine Einstellung und seine Wirkung werden später (5.632) näher beschrieben – stellt den richtigen Durchtrittswinkel im Maskenloch ein und sorgt außerdem dafür, daß der Elektronenstrahl voll den korrespondierenden Leuchtstoffpunkt trifft. Praktisch gleicht er dem vom Schwarzweiß-Fernseher her bekannten Bildzentriermagneten.

Dynamische Konvergenzfehler

Im Gegensatz zu den statischen Konvergenzfehlern stehen die dynamischen, weil sie nur bei abgelenktem Strahlenbündel auftreten.

Wie bereits gesagt und in Bild 5.43–24 a angedeutet, liegen die Strahl-Schnittpunkte auf einer Kugelfläche (Konvergenzebene). Weil nun die drei Strahlen jeweils dasselbe Maskenloch gemeinsam passieren sollen, damit alle drei Leuchtstoffpunkte eines Tripels er-

Bild 5.43–29 Blaulateralmagnet, Industrieausführung (AT 1025/05, Valvo)



a) Verformung des Ablenkfeldes *b) Abbildungsfehler nach Trapezkorrektur*

Bild 5.43–30 Trapezfehler-Korrektur für das Blauraster durch entsprechend verformtes Horizontal-Ablenkfeld

regt werden, andererseits die Lochmaske nicht kugelförmig gekrümmt, sondern flacher ist, treffen die Elektronenstrahlen außerhalb des Mittelfeldes auch Leuchtstoffpunkte verschiedener, für das Auge räumlich trennbarer Tripel (vgl. Bild 5.63–1). Die drei Farben werden also nicht mehr additiv gemischt, sondern sind nebeneinander sichtbar; es ergeben sich bei der Wiedergabe von SW-Bildern an den Konturen Farbsäume und bei der Wiedergabe von Farbbildern im Bereich der Farbübergänge Mischfarben.

Die flache allseitige Krümmung des Bildschirms bewirkt außerdem ein Auszipfeln der Rasterecken, da bei gleichem Ablenkwinkel der Elektronenstrahl zu den Bildecken einen längeren Weg schreibt als in der Bildmitte *(Kissenfehler)*. So wird die Bildbreite am oberen und unteren Bildrand größer als in der horizontalen Mittelachse, gleichfalls ist die Bildhöhe an den seitlichen Bildrändern größer als in der vertikalen Mittelachse. Wir wollen uns daran erinnern, daß der Kissenfehler auch bei SW-Röhren auftritt.

Weiterhin sind die drei Strahlsysteme gegen die Röhrenachse geneigt, so daß zusätzlich – wie bei der Projektion auf eine schrägstehende Leinwand – *Trapezfehler* auftreten. So wird das Blauraster, weil das Blaustrahlsystem oben liegt, zu einem Trapez verformt, das oben schmal und unten breit ist. Das grüne Raster formt sich zu einem Trapez, das mit seiner Breitseite nach links strebt, während das rote Raster in gleicher Weise nach rechts zeigt. Solche Fehler sind naturgemäß bei SW-Röhren ausgeschlossen.

Die Überlagerung dieser beiden systembedingten Ablenkfehler (Kissen- und Trapezfehler) zeigt übertrieben, aber anschaulich, das Bild 5.43–24 b. Jedes der drei Farbraster hat eine andere Form.

Da die *dynamischen Deckungsfehler*, d. h. die unterschiedlichen Kissen- und Trapezfehler der drei Raster, vom Ablenkwinkel der einzelnen Strahlen abhängen, lassen sie sich nur vermeiden, wenn jeder Strahl durch zeitlich wechselnde Magnetfelder in der Konvergenzeinheit eine gesonderte, der eigentlichen (Haupt-)Ablenkung vorangehende Korrekturablenkung erfährt.

Wir wollen dies der Anschaulichkeit wegen anhand des Blaurasters demonstrieren. Da die Blaukonvergenzspulen nur eine Ablenkung des Blaustrahls in *vertikaler* Richtung zulassen, müssen Fehler des Blaurasters in horizontaler Richtung anderweitig korrigiert werden. In diesem Fall bedient man sich des Ablenksystems. Das Horizontalablenkfeld erhält durch bestimmte Formgebung der Ablenkspulen eine spezielle Verteilung nach **Bild 5.43–30 a**. Das oben dichtere, daher stärkere Feld lenkt den Strahl hier weiter aus als unten, so daß wir die rechten und linken Bildkanten des Blaurasters in Bild 5.43–24 b wieder ins Lot bekommen. Was danach an Verzeichnungen übrigbleibt, zeigt Bild 5.43–30 **b**

mit der ausgezogenen, blauen Linie, die ein gewölbtes „Rechteck" einrahmt.

Um dieses „Rechteck" (Raster) in ein normales umzuwandeln, wären seine Schmalseiten zunächst so anzuheben, daß die Zeilen gerade verlaufen. Das bedeutet eine zusätzliche vertikale Ablenkung des „Blaustrahls", und zwar nur an den Rasterseiten, also am Anfang und am Ende jeder Zeile stärker und in der Mitte gar nicht. Es ist leicht einzusehen, daß der Konvergenzstrom, der diese Ablenkung bewirkt, zeilen-(horizontal-)frequent sein und einen annähernd parabelförmigen Verlauf haben muß. Er soll innerhalb der Konvergenzeinheit durch eines der bereits erwähnten Spulenpaare – jeweils zwei gegenüberliegende Spulen sind in Reihe geschaltet – fließen. Das Ergebnis (s. gestrichelte blaue Linie in Bild 5.43–30 b) ist ein zwar fast rechteckiges Raster, doch müßten wir in Kauf nehmen, daß dessen Zeilenabstand von oben nach unten wegen der in dieser Richtung immer noch vorhandenen Trapezverzerrungen zunimmt. Beim SW-Fernsehen würde man das als schlechte Bildlinearität bezeichnen und durch eine Serviceeinstellung den Vertikalablenkstrom entsprechend verformen. Im vorliegenden Fall ist das nicht möglich, weil nur der „Blaustrahl" allein beeinflußt werden darf; es muß daher wieder das Blaukonvergenzsystem als Korrekturglied dienen. Diesmal wird aber ein zusätzlicher Ablenkstrom mit Vertikalfrequenz benötigt, denn das Raster muß, um die Form des gewünschten Formats anzunehmen, am oberen Bildrand weniger angehoben werden als unten. Der Korrekturstrom setzt sich hier aus Sägezahn- und Parabelteilen zusammen und durchfließt das andere der beiden Spulenpaare in der Konvergenzeinheit. Beide Komponenten sind für eine exakte Konvergenz einzeln einstellbar. Dasselbe gilt auch für den Korrekturstrom mit Zeilen-(Horizontal-)frequenz, der hier rein theoretisch keinen Sägezahnanteil braucht, in der Praxis aber wegen der Streuungen in der Bildröhrenmontage und Formgebung der Ablenkspulen immer erforderlich ist.

Die Funktion der dynamischen Grün- und Rotkonvergenz ist mit der beschriebenen Blaukonvergenz im Prinzip identisch. Der wesentliche Unterschied liegt in der prozentualen Zusammensetzung der Korrekturströme aus Sägezahn- und Parabelanteilen.

Für jeden Strahl sind also, um einen exakten dynamischen Konvergenzabgleich vornehmen zu können, vier Einsteller erforderlich:

1. für den Parabelanteil des horizontalfrequenten Stromes,
2. für den Sägezahnanteil des horizontalfrequenten Stromes,
3. für den Parabelanteil des vertikalfrequenten Stromes und
4. für den Sägezahnanteil des vertikalfrequenten Stromes.

Darüber hinaus werden die vier Magnete für die statische Konvergenz und der Farbreinheitsmagnet benötigt.

Bei allen Bemühungen, eine korrekte Rasterdeckung in sämtlichen Bildpartien zu erreichen, bleibt das resultierende Bildformat doch nicht ganz rechteckig; es zeigt immer noch Kissenfehler, und zwar für alle drei Farbraster gemeinsam. Eine Korrektur kann deshalb nur durch das Ablenksystem in Verbindung mit den dazugehörenden Rasterkorrekturschaltungen geschehen (siehe nächsten Abschnitt).

Konvergenzfehler bei 110°-Farbbildröhren

Zum Verständnis der bei diesen Bildröhren auftretenden Konvergenzfehler seien zunächst einige allgemeine Bemerkungen gemacht. Wir wissen, daß auch bei der 110°-Bildröhre neben der Ablenk- eine Konvergenzeinheit zur statischen und dynamischen Konvergenzkorrektur benötigt wird; die Einstellvorgänge sind daher mit denen der 90°-Bildröhre prinzipiell identisch, doch hat hierbei die Konvergenzkorrektur wegen der etwa „doppelt so großen" Korrekturströme einen weitaus stärkeren Einfluß auf die Farbreinheit als bei den 90°-Farbbildröhren. Da bei der Konvergenzkorrektur die Elektronenstrahlen aus ihren Ablenkmittelpunkten verschoben werden und somit auch den Durch-

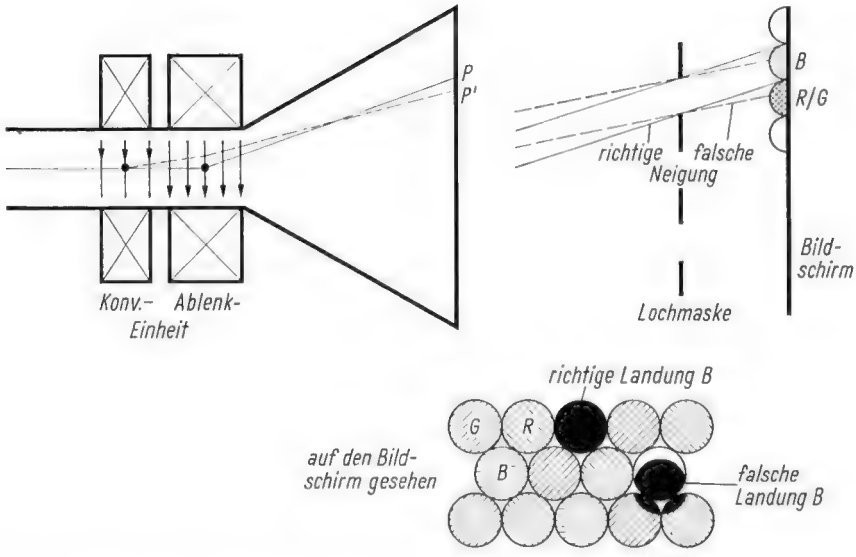


Bild 5.43–31 Einfluß der Konvergenzkorrektur auf den Ablenkmittelpunkt, die Neigung und die Landung des Elektronenstrahls (hier von der Blaukanone)

trittswinkel durch die Maske ändern, müssen bei einer noch stärkeren wie bisher üblichen Konvergenzkorrektur zwangsläufig starke Landungsfehler auftreten. In **Bild 5.43–31** ist dies schematisch erläutert. Der unter dem Einfluß des Konvergenzfeldes stehende, gestrichelt gezeichnete Elektronenstrahl trifft nicht mehr den ihm zugeordneten blauen Leuchtstoffpunkt, sondern tangiert auch noch die darunterliegenden roten und grünen Punkte.

Vergleich der Korrekturprinzipien bei der 90°- und 110°-Farbbildröhre

Um die Konvergenzschaltung nicht zu aufwendig zu machen und die Korrekturen zu vereinfachen, hat man bei der 90°-Bildröhre die Korrekturgrößen auf den beiden Ablenkachsen **(Bild 5.43–32)** so gewählt, daß in den Bildecken keine Restfehler auftreten, wenn die Konvergenzkorrektur für die beiden Achsen vorgenommen wurde. Dieses Konzept hat den Vorteil, daß sich in den Ecken die Achsenfehler linear addieren und somit keine zusätzliche Korrekturgröße hierfür erforderlich ist. Man benötigt also im Minimum für die Korrektur der dynamischen Radial-Konvergenz die bekannten zwölf Einsteller (s. Aufzählung auf S. 460).

Betrachtet man jedoch die Landung der drei Elektronenstrahlen bei diesem Prinzip, so sagt **Bild 5.43–33** aus, daß z. B. in der horizontalen Ablenkachse die Leuchtpunkte die Ekken eines spitzwinkligen Dreiecks besetzen. Der rote und der grüne Leuchtpunkt rücken also enger zusammen, und der blaue entfernt

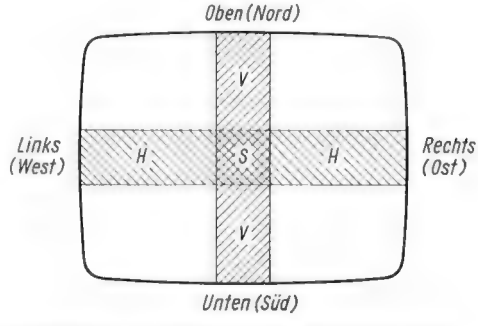


Bild 5.43–32 Korrekturbereiche auf dem Bildschirm
S = Statische Konvergenz
V, H = Dynamische Konvergenz

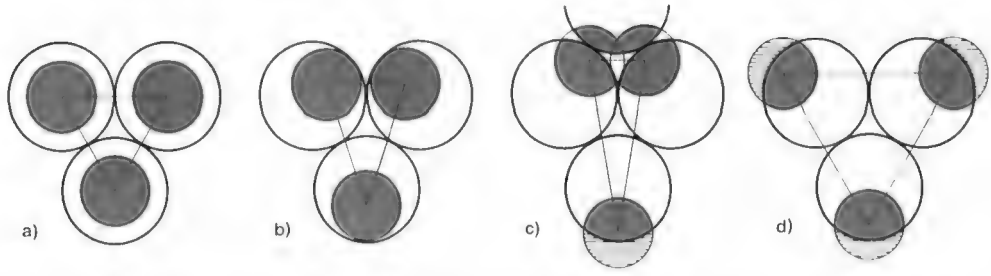


Bild 5.43–33 Landungsbilder des Strahlbündels in der Farbbildröhre; a) korrekte Landung aller drei Elektronenstrahlen mitten auf den zugeordneten Leuchtstoffpunkten eines Farbtripels in der Bildmitte; b) noch zulässige Landungsabweichung auf den Ablenkachsen (90°-Farbbildröhre); c) unzulässige Landungsabweichung, die bei der 110°-Farbbildröhre entstände, wenn das gleiche Korrekturprinzip wie bei der 90°-Farbbildröhre angewendet würde; d) symmetrische Landungsabweichung bei der 110°-Farbbildröhre, die sich durch Abstandsänderung der Lochmaske zum Bildschirm beseitigen läßt

sich stärker vom Mittelpunkt des Farbtripels. Es treten gerade noch keine Farbreinheitsfehler auf, allerdings muß der Durchmesser des Elektronenstrahls kleiner sein als der eines Leuchtstoffpunktes vom Farbtripel.

Bei der 110°-Röhre ergeben sich nun – wie eingangs erwähnt – doppelt so große Konvergenzkorrekturen, damit zwangsläufig auch größere Landungsfehler. Nach Bild 5.43–33 **c** würden alle drei Strahlen die Löcher der Lochmaske so schief passieren, daß sie zugleich die richtigen und benachbarten Leuchtstoffpunkte träfen. Eine Korrektur dieser Farbreinheitsfehler wäre dann nicht mehr möglich, es sei denn, das magnetische Feld der Ablenkeinheit wird so ausgebildet, daß auf den beiden Ablenkachsen für die Konvergenz symmetrische Korrekturgrößen entstehen. Entsprechend dem Umfang der erforderlichen Korrekturen tritt als Landungsbild bei den Farbtripeln die in Bild 5.43–33 **d** gezeichnete Überschreitung auf.

Da es sich um eine symmetrische Abweichung aller drei Strahlen handelt, kann man durch eine Abstandsverkürzung zwischen Lochmaske und Farbtripel diesen Fehler voll beseitigen. Der Bildröhrenhersteller muß also dafür sorgen, daß an den Bildseiten der Röhre die Lochmaske näher zum Bildschirm liegt als in der Bildmitte. Wie **Bild 5.43–34** zeigt, wird dann wieder eine exakte Landung und damit eine gute Farbreinheit erzielt. Der Übersicht halber wurde aber nicht mit eingezeichnet, daß der Elektronenstrahl wesentlich dicker ist als die Lochgröße in der Lochmaske. Leider erkauft man sich mit den symmetrischen Korrekturgrößen auf den Ablenkachsen einen weiteren Konvergenzfehler in den Bildecken.

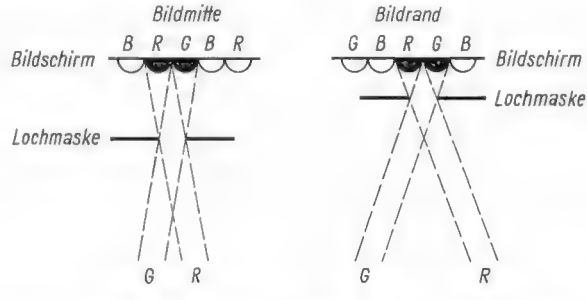


Bild 5.43–34 Kompensation der Landungsfehler bei der 110°-Farbbildröhre durch kleineren Abstand der Lochmaske zum Bildschirm an den Bildrändern

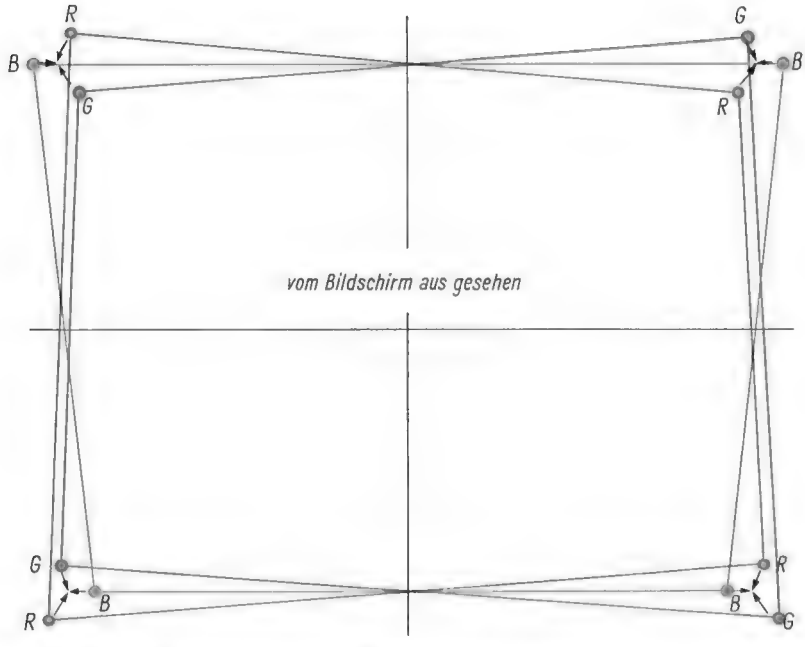


Bild 5.43–35 Trapezförmige Rasterverzeichnungen, die sich aus den Eckenfehlern ergeben (bei Sicht auf den Bildschirm). Man erkennt deutlich, daß die Eckenfehler auf den Ablenkachsen zu Null werden

Zusätzliche Ecken-Konvergenz

Um auf den Ablenkachsen für die Konvergenz symmetrische Korrekturgrößen zu erhalten, muß man durch entsprechende Formgebung der Ablenkeinheit das Magnetfeld trapezförmig verzerren. Dies führt zu einem trapezförmigen Abbildungsfehler, der für die drei Elektronenstrahlen unterschiedlich sichtbar wird. Aus **Bild 5.43–35** erkennt man die drei mit dem Trapezfehler behafteten Einzelraster, die durch die Art der Anordnung der drei Elektronenkanonen bedingt sind. Dieser trapezförmige Abbildungsfehler kann dann in der Weise beseitigt werden, daß man durch einen zusätzlichen Strom über die Ablenkeinheit wieder ein homogenes Ablenkfeld herstellt. Hierdurch entstehen keine zusätzlichen Landungsfehler, weil die Korrektur im Ablenkfeld und nicht außerhalb durch Konvergenzspulen erfolgt. Wird zum Beispiel der Ablenkstrom in der oberen Horizontal-Ablenkspule kleiner als in der unteren, so ergibt dies ein trapezförmiges Ablenkfeld nach **Bild 5.43–36**. Die unterschiedlichen Ablenkströme in den beiden Ablenkspulen kann man dadurch herstellen, daß zum gleichmäßigen Ablenkstrom ein zusätzlicher Differenzstrom addiert bzw. subtrahiert wird. Man braucht dazu diesen (nachstehend beschriebenen) Differenzstrom nur in den Verbindungspunkt der beiden Horizontal-Ablenkspulen einzuspeisen. Während beide Spulen vom Ablenkstrom gleichsinnig durchflossen werden, geschieht dies vom Differenzstrom dann gegensinnig. In beiden Ablenkspulen fließen somit unterschiedliche Gesamtströme. Der Differenzstrom ist ein Horizontal-Ablenkstrom, der – abhängig vom Vertikal-Ablenkstrom – seine Amplitude und seine Polarität ändert.

Für die Korrektur der Eckenkonvergenz sind ein bzw. zwei Amplitudeneinsteller ausreichend, wenn sichergestellt ist, daß elektrisch die richtige Symmetrie des Differenzstromes vorliegt. Da die Eckenkonvergenz auf

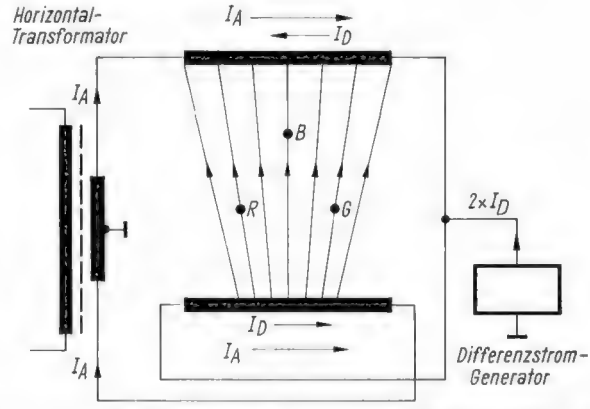
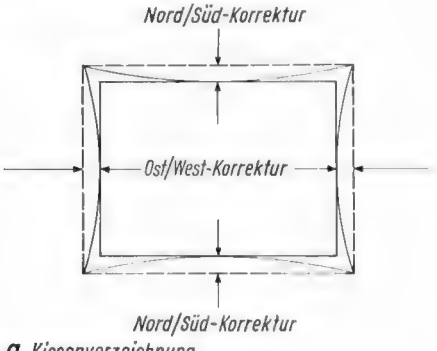
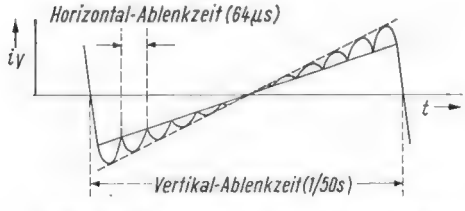


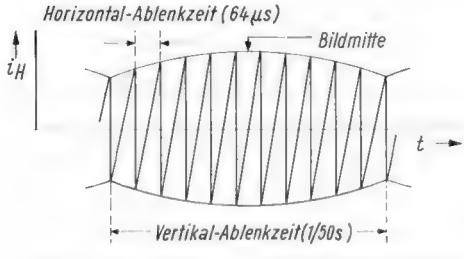
Bild 5.43–36 Erzeugung eines trapezförmigen Ablenkfeldes durch ungleiche Ablenkströme in den beiden Horizontal-Ablenkspulen



a Kissenverzeichnung



b Vertikal-Ablenkstrom mit Nord/Süd-Korrekturanteil



c Horizontal-Ablenkstrom mit Ost/West-Korrekturanteil

den Ablenkachsen zu Null wird, ist auch keine gegenseitige Beeinflussung mit der normalen Radial-Konvergenz vorhanden. Die Gesamt-Einstellkorrektur für die Konvergenz der 110°-Lochmasken-Farbbildröhre ist damit kaum aufwendiger und kritischer als bei der 90°-Röhre. Lediglich durch die vergrößerten Korrekturen wird man statt der passiven jetzt aktive Konvergenzschaltungen benutzen müssen.

5.4313 Kissenentzerrung

Für die Kissenentzerrung **(Bild 5.43–37 a)** gilt folgendes:

Alles, was die oberen und unteren Zeilen „verbiegt", wird mit einem zusätzlichen horizontalfrequenten Strom in den Vertikal-Ablenkspulen kompensiert. Krumme senkrechte Linien links und rechts am Bildschirmrand werden dadurch gerichtet, daß man die Amplitude des Horizontal-Ablenkstroms entsprechend variiert.

Die Bilder 5.43–37 **b** und **c** zeigen den Verlauf der Ablenkströme für die Dauer eines Halbbildes. Um eindeutig zu wissen, welcher Ausgleich gemeint ist, sei hier in Anlehnung

Bild 5.43–37 Kissenentzerrung
a) Kissenverzeichnung mit Nord/Süd- und Ost/West-Korrektur
b) Vertikal-Ablenkstrom mit Nord/Süd-Korrekturanteil
c) Horizontal-Ablenkstrom mit Ost/West-Korrekturanteil

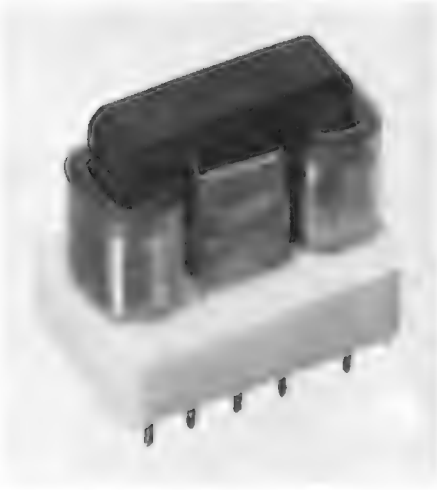


Bild 5.43–38 Ansicht eines Transduktors (AT 4041/04, Valvo)

an die Landkarte die vertikale Richtung als Nord/Süd und die horizontale Richtung als Ost/West bezeichnet.

Für die *Nord/Süd-Korrektur* wird nach Bild 5.43–37 b dem sägezahnförmigen Vertikal-Ablenkstrom ein parabelförmiger, horizontalfrequenter Ablenkstrom zugesetzt, dessen Amplitude zur Bildmitte hin abnimmt, denn dort sind die Zeilen ja gerade. An dieser Stelle kehrt nun der Zusatzstrom die Phase um und erreicht dann, wenn der Strahl den unteren Bildrand schreibt, wieder seinen Maximalwert. Die Phasendrehung ist wegen der entgegengesetzten Krümmung der Zeilen im Norden und Süden des Bildes erforderlich.

Noch einfacher ist der *Ost/West-Ausgleich*. Hierfür muß nur die Zeilenamplitude in der Bildmitte größer sein als am Nord- oder Südrand (Bild 5.43–37 c). Eine leichte Amplitudenmodulation mit parabelförmigem, vertikalfrequentem Strom beseitigt diesen letzten Geometriefehler.

Die Zusammensetzung der Ablenk- und Korrekturströme bzw. die Amplitudenmodulation geschieht in *Transduktoren*. Ein Transduktor **(Bild 5.43–38)** ist im Prinzip eine Drosselspule mit Eisenkern, die neben ihrer eigentlichen „Arbeitswicklung" eine zusätzliche „Steuerwicklung" besitzt. Beide Wicklungen sind gegeneinander „linear entkoppelt", d. h. eine Transformation zwischen ihnen erfolgt nur für die nichtlinearen Anteile der durch diese Wicklungen fließenden Ströme.

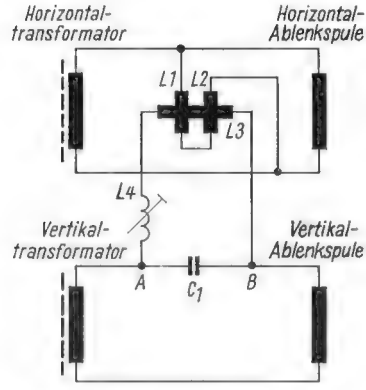


Bild 5.43–39 Prinzipschaltung eines Transduktors

Da beide Wicklungen auf dem gleichen Eisenkern sitzen, kann man durch Ströme, die man in eine der Wicklungen hineinschickt, diesen gemeinsamen Eisenkern vormagnetisieren und dadurch die Induktivität der anderen Wicklungen verändern.

Legt man eine Wicklung in den Kreis der Horizontal- und die andere in den Kreis der Vertikal-Ablenkung, so kann man erreichen, daß die beiden Ablenkströme sich gegenseitig modulieren. **Bild 5.43–39** zeigt die Prinzipschaltung.

Die Arbeitswicklung L1 + L2 des Transduktors liegt parallel zur Horizontal-Ablenkspule, seine Steuerwicklung L3 in Serie mit der Vertikal-Ablenkspule.

Der Vertikal-Ablenkstrom durchfließt die Steuerspule L3. Er ist ein sägezahnförmiger Wechselstrom, und er magnetisiert den Eisenkern des Transduktors so vor, daß sich die Induktivität seiner Arbeitswicklung von Zeile zu Zeile des geschriebenen Bildes ändert. Die größte Induktivität besteht dabei in der Bildmitte. Hier erfolgt nämlich keine Vormagnetisierung über die Steuerwicklung, weil der in ihr fließende Strom seine Polarität wechselt

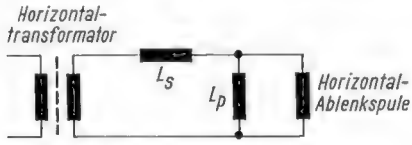


Bild 5.43–40 Prinzipschaltung für die Ost/West-Kissenentzerrung von 110°-Farbbildröhren

und dabei den Wert Null durchläuft. In der Bildmitte wird also der größte Ablenkstrom in die Horizontal-Ablenkspule hineinfließen (Bild 5.43–37 c).

Je näher jedoch die geschriebene Zeile zum oberen oder unteren Bildrand liegt, desto größer wird die Vormagnetisierung über die Steuerspule, weil der durch sie fließende Strom größere positive oder negative Werte annimmt als um die Bildmitte. Die Induktivität der Arbeitswicklung nimmt dann ab. Es fließt ein größerer Anteil des Horizontal-Ablenkstromes durch den Transduktor und ein geringerer durch die Ablenkspule.

Die horizontale Ablenkung der Elektronenstrahlen wird also um so mehr verkleinert, je näher die gerade geschriebene Zeile zum oberen oder unteren Bildrand liegt. Dadurch erhält man eine Kissenentzerrung in horizontaler (Ost/West-)Richtung, weil der Kisseneffekt gerade die obersten und untersten Zeilen besonders lang zu schreiben trachtet.

Die Vertikal-Ablenkung muß in ähnlicher Weise über den Transduktor beeinflußt werden. Der Kisseneffekt dehnt das Bild jeweils am Anfang und am Ende einer jeden Zeile in vertikaler Richtung übermäßig aus. Die Vertikal-Ablenkung muß deshalb im Takt der Horizontal-(Zeilen-)frequenz jeweils am linken und rechten Bildrand verkleinert werden, wenn man die Kissenverzerrung kompensieren will (Nord/Süd-Korrektur). Dies wird dadurch erreicht, daß von der Arbeitswicklung (L1 + L2) her nichtlineare Anteile der Horizontal-Ablenkströme in die Steuerwicklung (L3) hineintransformiert werden und sich dem Bildsägezahn überlagern (Bild 5.43–37 c).

Man muß dabei allerdings beachten, daß diese horizontalfrequenten Ströme in L3 mit einer solchen Phasenlage auftreten, daß sie ohne besondere Maßnahmen eine Korrektur der Vertikalablenkung in falscher Richtung bewirken würden, d. h. die Bildränder würden dann im Verhältnis zur Mitte noch größer geschrieben, als dies durch die Kissenentzerrung allein geschieht.

Will man eine richtige Kissenentzerrung erhalten, so muß man die Richtung der Beeinflussung umkehren, also die Phasenlage dieser in die Vertikal-Ablenkung eingespeisten horizontalfrequenten Ströme um 180° verschieben.

Diesen Zustand kann man erreichen, wenn man die Spule L3 durch Zuschalten von L4 und C_1 auf eine Frequenz abstimmt, die niedriger als die Zeilenfrequenz ist. Es tritt dann zwischen der in L3 induzierten und der zwischen den Punkten A und B stehenden Spannung eine Phasenverschiebung in der gewünschten Richtung auf.

Die vertikale Korrektur des Bildrasters erfolgt in diesem Fall gleichfalls in der gewünschten Richtung, weil die Modulation des Vertikal-Ablenkstromes dem Kisseneffekt entgegenwirkt.

Die vorbeschriebene Kissenentzerrung für 90°-Farbbildröhren mit nur einem Transduktor und direkter Steuerung aus den Ablenktransformatoren ist – setzt man gleiche Qualität der Rastergeometrie voraus – bei Farbbildröhren mit 110°-Ablenkwinkel nicht mehr möglich. Deshalb werden im allgemeinen getrennte Entzerrerschaltungen für die Ost/West- bzw. Nord/Süd-Richtung vorgesehen, wobei sie aus Gründen der Ablenkstufenentlastung sowie zusätzlicher Einstellmöglichkeiten wegen aktiv, d. h. mit Transistorverstärkern und Diodenmodulatoren, ausgeführt sind.

Für die Ost/West-Korrektur werden zwei Transduktoren eingesetzt, deren Arbeitswicklungen einmal parallel (L_P) zur Horizontal-Ablenkspule liegen und zum anderen in Reihe (L_S) **(Bild 5.43–40)**. Die Schaltung arbeitet wie ein Differentialregler, d. h. L_S und L_P werden derart gegenläufig verändert, daß die Belastung des Horizontal-Transformators immer konstant ist. Wenn am oberen Bildrand die Zeilenauslenkung durch die Kissenverzeichnung zu groß ist, muß L_S groß werden

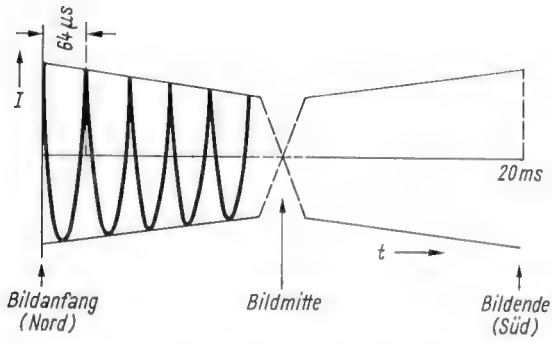


Bild 5.43–41 Nord/Süd Entzerrungsstrom, parabelförmig (Schmetterlingsform)

und L_P klein. Durch beide Maßnahmen sinkt der Strom in der Ablenkspule. In der vertikalen Bildmitte sollen die Transduktoren den vollen zur Verfügung stehenden Ablenkstrom der Spule zuleiten, d. h. L_S wird sehr klein und L_P möglichst groß. Die wechselseitige Steuerung der Induktivitäten geschieht mit parabelförmigen, vertikalfrequenten Strömen, die ein transistorbestückter Leistungsverstärker liefert.

Im Gegensatz zur Ost/West-Kissenentzerrung, bei der eine reine Vorverzerrung des gegebenen Ablenkstromes vorgenommen wird, ist für die Entzerrung in Nord/Süd-Richtung das Einspeisen eines zusätzlichen Stromes durch einen Generator günstiger. Die Gründe liegen in den Impedanzverhältnissen des Vertikal-Stromkreises, der Forderung nach einfacher Einstellbarkeit von Amplitude und Balance und der Verringerung der benötigten Steuerleistung vom Zeilentransformator. Es ist ein Korrekturstrom notwendig, der horizontalfrequent parabelförmig ist und in seiner Amplitude vom Vertikalstrom bestimmt wird **(Bild 5.43–41)**.

Die Blockschaltung **(Bild 5.43–42)** zeigt die Stufen der Entzerrungsschaltung. Da die Herleitung einer dem Vertikal-Ablenkstrom proportionalen Größe wegen der Niederohmigkeit des Vertikal-Ausgangskreises sehr aufwendig wäre, benutzt man für die Modulation die Vertikalspannung. (Die Abweichung zwischen beiden Kurvenformen ist im sichtbaren Bildbereich vernachlässigbar.)

Diese vertikalfrequente Sägezahnspannung moduliert man in einem symmetrischen Diodenmodulator mit den horizontalfrequenten Rücklaufimpulsen. Die exakte Symmetrie – sie wird durch den vertikalen Rücklaufimpuls gestört – ist mit dem Balanceeinsteller reproduzierbar. Auf die notwendige Phasen- und Amplitudeneinstellung folgt der Verstärker mit einem Impedanzwandler zur Anpassung an die niederohmige Ablenkspule. Hier erfolgt auch das Einspeisen des Vertikal-Ablenkstromes. Um Rückwirkungen auf den Vertikalübertrager zu vermeiden, wird der horizontalfrequente Korrekturstrom über einen Saugkreis nach Masse abgeführt.

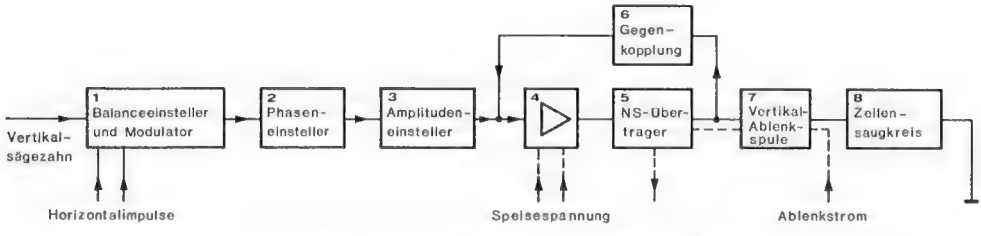


Bild 5.43–42 Blockschema der Nord/Süd-Entzerrung

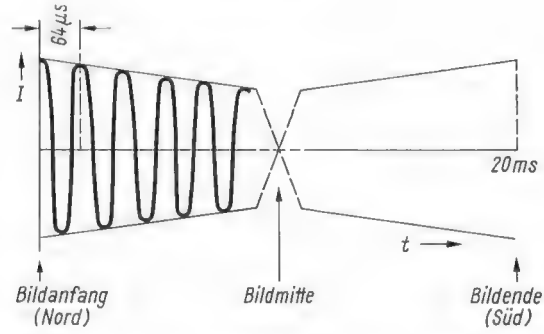


Bild 5.43–43 Nord/Süd-Entzerrungsstrom, kosinusförmig (Schmetterlingsform)

Die notwendige Parabelform des Korrekturstromes in der Ablenkspule kann man aus einer sägezahnförmigen horizontalfrequenten Spannung ableiten, dies erfordert jedoch einen erheblichen Mehraufwand gegenüber folgendem Kompromiß **(Bild 5.43–43)**: Man nähert die Parabelform des Stromes an eine Kosinusform an, wobei die größte Abweichung zwischen beiden Formen an den oberen und unteren Scheitelpunkten außerhalb der sichtbaren Zeilenausschnitte liegen.

5.44 Konzeptunterschiede

Im Prinzip haben die derzeitigen, nach dem PAL-Verfahren arbeitenden Farbfernsehempfänger das gleiche Schaltungskonzept. Gewisse Unterschiede gibt es aber sowohl zwischen den Gerätetypen der einzelnen Hersteller, als auch innerhalb der Typenreihe ein und desselben Herstellers im Verlaufe der verschiedenen Baujahre. Diese Unterschiede werden besonders deutlich bei der Art der Ansteuerung der Farbbildröhre, der Grundschaltung der Horizontal-Endstufe und der Hochspannungsversorgung und neuerdings auch bei der Verwendung von Farbbildröhren mit einem Ablenkwinkel von 110° gegenüber den herkömmlichen 90°-Farbröhren.

5.441 Bildröhrenansteuerung

Wie schon in der Beschreibung (5.431) des Blockschemas eines PAL-Empfängers erwähnt, müssen die drei Elektronenstrahlen einer Farbbildröhre nach dem Lochmaskenprinzip mit den Farbwertsignalen R, G und B gesteuert werden, um auf dem Bildschirm das gesendete Farbbild zu reproduzieren. Daß es hierbei zwei Verfahren gibt, nämlich der Röhre nur die geforderten RGB-Signale zuzuführen oder aber gesondert die Farbdifferenzsignale R–Y, G–Y, B–Y und das Y-Signal, wurde gleichfalls gesagt. Außerdem ist im Abschnitt 5.439 auf die für die Bildung der Steuerspannungen notwendigen Dematrixstufen eingegangen.

An dieser Darlegung der grundsätzlichen Konzeptunterschiede seien noch einmal die wesentlichen Merkmale der beiden Ansteuerungsverfahren zusammengefaßt:

RGB-Konzept

Aus den beiden Farbdifferenzsignalen R–Y und B–Y sowie dem Leuchtdichtesignal Y werden in der Dematrix die Farbwertsignale Rot, Grün und Blau ermischt und in den RGB-Endstufen bis auf ca. 100 V_{SS} verstärkt. Diese drei Endstufen steuern im allgemeinen die drei Katoden der Farbbildröhre **(Bild 5.44–1)**, und zwar in einer Technik, die der Service seit langem kennt, da RGB-Endstufen mit Schwarzweiß-Video-Endstufen vergleichbar sind. Alle diese Stufen werden für die volle Video-Bandbreite von ca. 4 ... 5 MHz ausgelegt, wobei die RGB-Endstufen einschließlich ihrer Treiber exakt gleiche Bandbreite haben müssen, da sonst bei scharfen Schwarzweißübergängen Farbsäume auftreten wür-

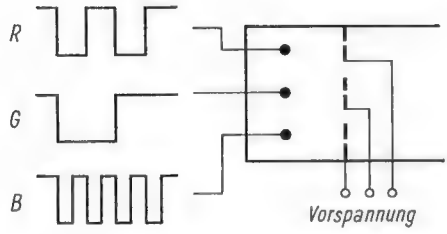


Bild 5.44–1 RGB-Ansteuerung

den: Hat z. B. die Blau-Endstufe eine geringere Bandbreite, so wird in ihr ein Spannungssprung mit geringerer Anstiegsteilheit verstärkt als bei den beiden anderen Stufen, d. h. die Zusammensetzung der drei Farben zu Weiß ist für eine ganze Zeit (Anstiegszeit) gestört; es entsteht ein Purpurfarbsaum. Obgleich dieser Effekt wie eine „Mißkonvergenz" auf dem Bildschirm erscheinen kann, liegt hier die Ursache an anderer Stelle.

Die Bestückung der RGB-Endstufen erfolgte in den ersten Baujahren der Farbfernsehempfänger vorwiegend mit Röhren, in den nachfolgenden Gerätegenerationen mit Transistoren. Da besonders bei Röhren Alterungseffekte die Verstärkung und somit auch den mittleren Gleichstromwert an ihren Anoden beeinflussen, müssen Vorkehrungen getroffen werden, eine gegenseitige Spannungsdrift kleiner als 0,5 bis 1 V zu halten, die Ausgangssignale müssen „geklemmt" werden (siehe übernächsten Abschnitt). Da Transistoren diesen Alterungseffekt kaum zeigen, können hier die zusätzlichen Stabilisierungsmaßnahmen entfallen.

Für die Kontrolle der Farbbalken-Signale an den RGB-Endstufen genügen normale Werkstattoszillografen.

Farbdifferenz-(FD)-Konzept

Die Signalmischung erfolgt hierbei in der Bildröhre, und zwar durch „Addition" des negativen Y-Signals an den Katoden und der drei Farbdifferenzsignale an den Steuergittern (Wehneltzylinder) **(Bild 5.44–2)**. Die Strahlsteuerung in den einzelnen Systemen geschieht dann mit dem R-, G- und B-Anteil des Signals.

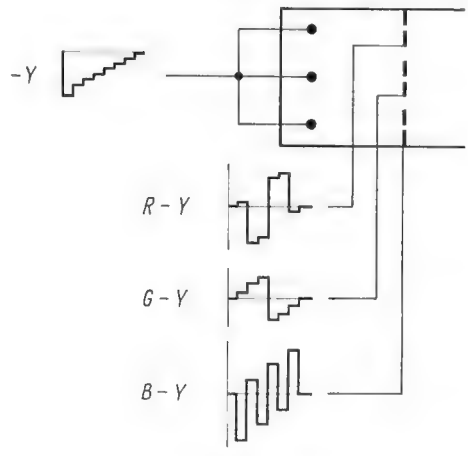


Bild 5.44–2 FDS-Ansteuerung

Vorteilhaft bei dieser Schaltung ist, daß bei SW-Übertragungen allein die Y-Stufe die Steuerung übernimmt, die Farbröhre also wie eine SW-Röhre betrieben wird; die Farbdifferenzsignale haben dann den Wert Null. Allerdings ist dafür ein erhöhter Aufwand nötig:

1) eine Endstufe, bemessen für die volle Bandbreite von 4 ... 5 MHz, zur Verstärkung des Leuchtdichte-(Y-)signals, wie die Video-Endstufe eines SW-Empfängers, jedoch bei dreifacher Lastkapazität, da drei Strahlsysteme angeschlossen sind;

2) drei Farbdifferenz-Endstufen, zwar schmalbandig (etwa 1,2 MHz), aber mit in ihren Werten stark differierenden Ausgangsspannungen, die mit $U_{(R-Y)ss} \approx 165$ V, $U_{(G-Y)ss} \approx 100$ V und $U_{(B-Y)ss} \approx 215$ V überwiegend wesentlich höher liegen als die der RGB-Endstufen.

Die FDS-Ansteuerung benötigt zwar keine gesonderte „Voll"-Dematrix, wie sie für die Herstellung der RGB-Signale erforderlich ist, doch muß man G–Y ebenfalls in einer gesonderten Stufe aus R–Y und B–Y matrizieren.

Auch diese und gerade diese Stufen wurden anfänglich wegen der hohen Ausgangsspannung mit Röhren bestückt, doch sind neuere Empfänger im Zuge der steten technischen Verbesserungen auch an dieser Stelle mit Transistoren versehen.

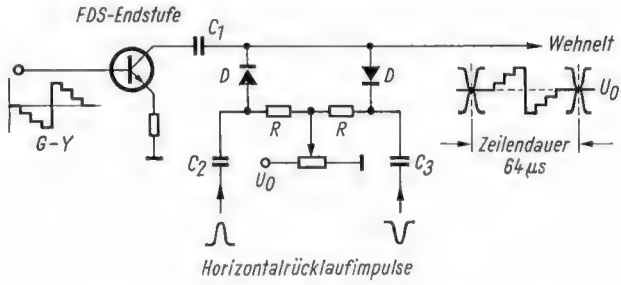


Bild 5.44–3 Klemmschaltung

Die vorerwähnten hohen FDS-Ausgangsspannungen setzen eine gegenüber den RGB-Endstufen höhere Verstärkung der FDS-Stufen voraus, mit der Konsequenz, daß hier Röhren- und auch Transistoralterung bzw. Temperaturgang usw. einen weit größeren Einfluß auf die Spannungsdrift haben als bei RGB-Endstufen. Dies bedeutet, daß bei FDS-Ansteuerung die FDS-Endstufen in jedem Fall – ob mit Röhren oder Transistoren bestückt – Stabilisierungsmaßnahmen (Klemmung) erfordern.

Kontrollmessungen von Farbbalken-Signalspannungen an den Farbdifferenz-Endstufen sind nur mit einem Oszillografen möglich, der über einen Farbdifferenzeinschub verfügt.

Klemmung

Die Signale, von denen bisher die Rede war, haben eine Gleichstromkomponente. Sie sind daher auf einen Nullwert bezogen, der – wie schon aus der Schwarzweißtechnik bekannt – dem Schwarzwert bzw. der Dunkelsteuerung der Bildröhre entspricht. Um auf diesen Nullwert stets zurückgreifen zu können, ist es am einfachsten, ihn gar nicht erst zu verlieren, also auf dem Wege zwischen Videodemodulator, Video-Endstufe und Bildröhre statt kapazitiver Kopplungselemente eine reine Gleichstromkopplung anzuwenden, denn dann würde der Gleichstromwert mit übertragen.

Vorgenanntes Prinzip ist nun aber bei Farbempfängern wegen der komplizierten Art der Rückgewinnung von R, G und B nicht zu praktizieren, denn dazu müssen das Leuchtdichtesignal und die Farbdifferenzsignale – unabhängig, ob in einer getrennten Matrix oder in der Bildröhre selbst – mit korrekten Spannungsanteilen zueinander vereint werden. Darüber hinaus gilt es, die einmal eingestellten Arbeitspunkte der drei Farbbildröhrensysteme konstant zu halten, weil sonst das wiedergegebene Bild, besonders bei SW-Sendungen, farbstichig wird.

Es muß also versucht werden, den Schwarzwert auf andere Weise als durch Gleichstromkopplung zu erhalten. In der Fachsprache ist dafür der Ausdruck „Klemmen" gebräuchlich. Bezogen auf den Farbempfänger heißt das, an einer Stelle des Signalweges eine definierte Gleichspannung einzuführen. Man kann das bereits bei der Dematrix oder auch erst an der Bildröhre bewerkstellen. Je später im Signalablauf eines Empfängers dies geschieht, um so besser können Fehler der vorhergehenden Stufen ausgeglichen werden.

Unabhängig vom Schaltungskonzept des Farbfernseh-Empfängers wird grundsätzlich während der Austastlücke „geklemmt", da zu diesem Zeitpunkt das FD-Signal keine Bildinformation, sondern einen immer konstanten Wert aufweist.

Im einfachsten Fall einer Klemmschaltung legt man über gegensinnig gepolte Dioden und große Entkopplungswiderstände das FD-Signal an eine Bezugsspannung U_0 **(Bild 5.44–3)**. Über C_2 und C_3 werden dann die Dioden vom Horizontal-Rücklaufimpuls durchgeschaltet. Die Koppelkapazität C_1 lädt sich auf die Spannung U_0' auf, die je nach Spg.-Teilung $\leq U_0$ ist, und der Mittelwert des FD-Signals nimmt als „geklemmte Spannung" den geforderten Vorspannungswert an.

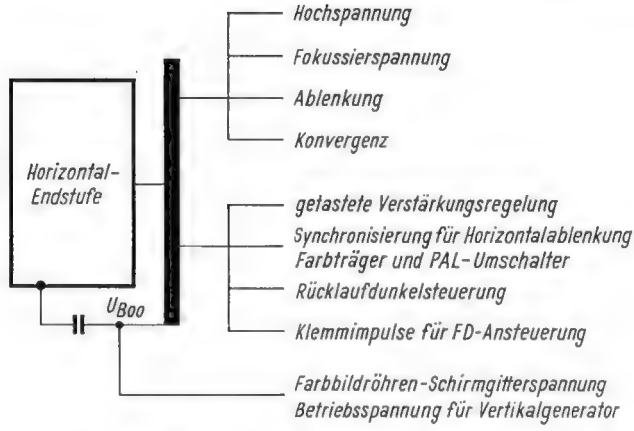


Bild 5.44–4 Aufgaben der Horizontal-Endstufe

Weicht der Mittelwert nach Ablauf einer Zeile von U_0' ab, so wird er während des nächsten Klemmvorgangs wiederum auf U_0' durch Umladung von C_1 gebracht. Die Schaltung muß derart ausgelegt werden (Dimensionierung von C_1 und R), daß sich die Ladung von C_1 während eines Zeilenhinlaufs nur unwesentlich vermindert.

5.442 Horizontal-Endstufe und Hochspannungserzeugung

In Farbfernsehempfängern, und bereits bei solchen mit 90°-Bildröhren, muß die Horizontal-Endstufe eine etwa viermal größere Leistung aufbringen als im SW-Gerät, um den Elektronenstrahl ablenken, die Hochspannung für die Bildröhre erzeugen und weitere speziell dem Farbfernsehen zugeordnete Aufgaben erfüllen zu können **(Bild 5.44–4)**.

Die höhere Ablenkleistung (bei der Farbbildröhre A 63–11 X etwa 60 VA) erklärt sich einmal durch den größeren Durchmesser des Röhrenhalses, denn es sind ja drei Strahlsysteme darin untergebracht, und zum anderen durch die hohe Bildröhrenanodenspannung von 25 kV.

Das Hauptproblem der H-Endstufe sind die Hochspannungsbelastung und deren Schwankungen, die sich auf Bildschärfe, Konvergenz und Helligkeit, besonders stark aber auf die Bildbreite auswirken. Man muß bedenken, daß der Helligkeitsverlust, der durch die Schattenmaske bedingt ist – es werden etwa 80 % des Strahlstromes von ihr absorbiert –, nur mit erhöhter Anodenspannung (25 kV) und vergrößertem Strahlstrom auszugleichen ist. Kurzzeitig können sogar Spitzenströme bis 7,5 mA auftreten. Das bedingt entsprechend leistungsfähige Zeilen-Endröhren und stabile Spannungen, die sie versorgen. Weil sich der Innenwiderstand der Hochspannungsquelle im gesamten Belastungsspielraum – wenigstens bei vertretbarem Aufwand – nicht viel kleiner als etwa 2 MΩ machen läßt, andererseits die dann erforderliche und bei SW-Geräten übliche Hochspannungsstabilisierung mit einem VDR allein beim Farbfernseher infolge der größeren Strahlstromänderungen nicht mehr möglich ist, suchte man bei der Entwicklung der Horizontalendstufen nach anderen als den bei SW-Geräten üblichen Wegen. Sie sollen hier nur angedeutet werden.

Ein-Transformatoren-Konzept mit Ballasttriode (Lastausgleichsregelung)

Gemeinsame Entnahme des Horizontal-Ablenkstroms und der Hochspannung aus dem Zeilentransformator der Horizontal-Endstufe, wie im Prinzip seit Jahrzehnten bei SW-Empfängern bekannt. Das bedeutet aber eine stärkere Zeilen-Endröhre (PL 509), eine noch leistungsfähigere Booster-(Schalter-)

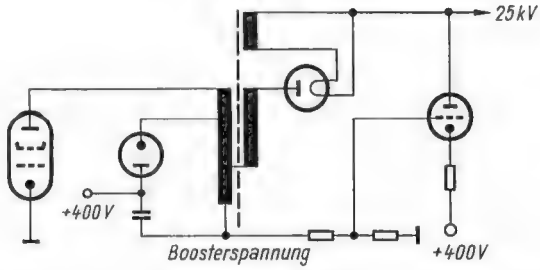


Bild 5.44–5 Hochspannungsstabilisierung mit Ballaströhre

diode (PY 500 A), eine Hochspannungsdiode für 25 kV (GY 501) und zusätzlich für Farbfernsehgeräte eine parallel zur Hochspannungsquelle geschaltete *Ballaströhre* **(Bild 5.44–5)**. Diese Röhre (PD 500), eine Spezial-Triode, stabilisiert die Hochspannung gegen die Folgen der Strahlstromschwankungen. Das geschieht im Prinzip automatisch durch die vom Strahlstrom abhängige Gittervorspannung U_g, die an dem Widerstand zwischen Gitter und Masse entsteht. Verringert sich der Strahlstrom, so verringert sich auch U_g, und die Ballaströhre zieht Strom; sie nimmt den Strom auf, den die Bildröhre gerade nicht benötigt. Bei völlig dunklem Bildschirm (Strahlstrom = 0) wird die gesamte Hochspannungsleistung in der Spezial-Triode verbraucht (in Wärme umgesetzt); ihre Anode kann dabei glühen, was aber gegen alle Befürchtungen durchaus zulässig ist, weil diese Röhre für eine Verlustleistung von 30 W ausgelegt wurde. Den vorgenannten P-Röhren äquivalent sind die E-Röhren EL 509, EY 500 und ED 500.

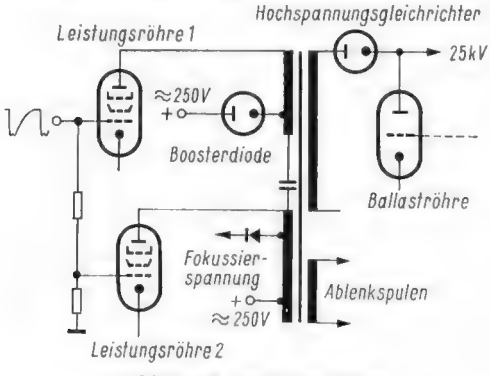


Bild 5.44–6 Pumpschaltung

Die Ballasttriode ist in allen Empfängern von einer stabilen Metallabschirmung umgeben, die nicht nur benachbarte Bauelemente vor Wärme schützt, sondern vor allen Dingen die in der Röhre entstehenden Röntgenstrahlen zurückhält. Bei Servicearbeiten am eingeschalteten Gerät darf daher die Abschirmung keinesfalls entfernt werden.

Die Ein-Transformatoren-Schaltung braucht, um den maximal zulässigen Spitzenstrom der Horizontal-Endröhre nicht zu überschreiten, eine höhere Betriebsspannung, als man sie vom SW-Empfänger her gewohnt ist (ca. 380...400 V).

Ein-Transformator-Konzept mit Schieberöhre

Steht nur eine Betriebsspannung von etwa 250 V zur Verfügung, so kommt man wegen der großen erforderlichen Spitzenströme nicht mehr mit einer Horizontal-Endröhre aus. Als einfachster Weg bietet sich hier die Parallelschaltung zweier gleicher Röhren an, doch kann bei spezieller Ankopplung an den Zeilentransformator mit Zusatzröhren kleiner Leistung das gleiche erreicht werden. Während der übliche Röhrensatz von Endröhre, Boosterdiode und Hochspannungsgleichrichter die Ablenkleistung liefert, „pumpt" eine weitere Endröhre zusätzliche Leistung in den Horizontal-Transformator, um die hohen durch die Hochspannungsbelastung bedingten Rücklaufverluste auszugleichen **(Bild 5.44–6)**. Die richtige Lastverteilung auf beide Endröhren ist mit dem Spannungsteiler am Gitter der 2. Leistungsröhre exakt einzustellen. Zum Stabilisieren der Hochspannung ist auch hier eine Ballasttriode erforderlich.

Zwei-Transformatoren-Konzept

Eine andere Möglichkeit, bei einer Betriebsspannung von ca. 250 V die geforderte Leistung für Hochspannung und Ablenkung aufzubringen, ist die funktionelle Trennung von Horizontalablenkung und Hochspannungserzeugung, d. h. eine Aufgliederung in zwei Stufen.

Dies bedeutet zwar den größeren Aufwand eines zweiten Transformators sowie einer Endröhre und Boosterdiode, doch kann hier die stabilisierende Ballasttriode entfallen, da der Hochspannungsgenerator unabhängig vom Ablenkkreis mit Hilfe einer normalen Triode regelbar ist **(Bild 5.44–7)**. Ebenfalls entfallen die Kompromisse, die bei einer Ein-Transformatoren-Lösung bezüglich der Regelung gegen Netzspannungs- bzw. Hochspannungs-Belastungsschwankungen getroffen werden müssen, da hier beide Generatoren optimal an ihre „Verbraucher" angepaßt werden können.

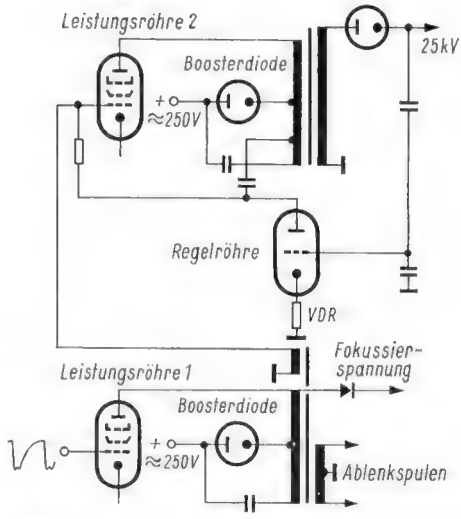


Bild 5.44–7 Getrennte Hochspannungserzeugung

Ein-Transformatoren-Konzept mit Spannungsverdreifacher (Kaskade)*

Typisch für diese neuere Schaltung ist eine Kaskade mit fünf Hochspannungsstabgleichrichtern, die in Verbindung mit fünf Hochspannungskondensatoren nach dem Prinzip der Spannungsvervielfachung arbeitet. Zum Verständnis des Vorgangs sei in **Bild 5.44–8 a** zunächst eine netzbetriebene Anordnung gezeigt: Am Punkt 1 tritt durch Gleichrichtung über die Diode D_1 eine Gleichspannung auf, die gegen Masse positiv ist und – wenn keine Belastung vorliegt – den Spitzenwert Û der Netzwechselspannung, also 1,41 · 220 = 310 V, erreicht.

Mit diesem Spannungsbetrag ist der Kondensator C_1 aufgeladen. Nun gelangt aber an Punkt 1 über C_1 auch die Netzspannung von 220 V_{eff} oder ca. 620 V_{SS}, so daß dort diese Spannung durch Addition beider Beträge um ihren eigenen Spitzenwert angehoben erscheint (Bild 5.44–8 **b**).

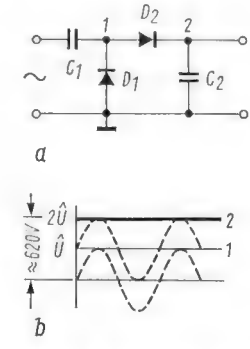


Bild 5.44–8 Prinzip der Spannungsverdopplung

Wird ein zweiter Gleichrichter (D_2) aber in umgekehrter Polung eingesetzt, so lädt sich während der positiven Halbwellen der Kondensator C_2 auf den jetzt doppelten Spitzenwert der Nennspannung auf, und wir erhalten schließlich eine Gleichspannung, die im Leerlauf mehr als 600 V erreicht (siehe in Bild 5.44–8 b die dicke Linie in Höhe 2 Û). An C_2 steht also im Fall des Leerlaufs die doppelte Spitzenspannung der eingespeisten Spannung; C_2 ist daher entsprechend zu bemessen.

Die in Farbfernsehempfängern verwendete Vervielfacherschaltung arbeitet nach dem gleichen Prinzip, d. h. wiederholte Überlage-

* Kaskade = Reihenschaltung gleichgearteter Teile.

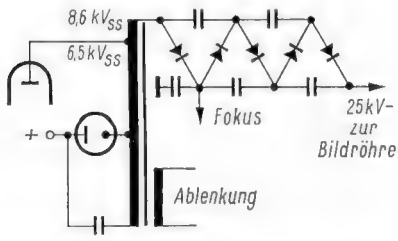


Bild 5.44–9 Hochspannungskaskade, Schaltung

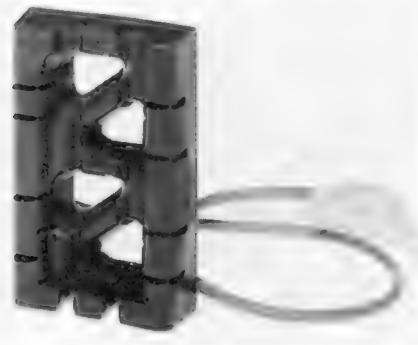


Bild 5.44–10 Hochspannungskaskade, Ausführungsbeispiel (TVK 31, Siemens)

rung einer Gleichspannung mit einer Wechselspannung und anschließende Gleichrichtung; die Schaltung ist aber etwas anders aufgebaut **(Bild 5.44–9)**.

Der Horizontal-Transformator liefert, etwas herauftransformiert, eine Impulsspannung von ca. 8,5 kV. Da das Tastverhältnis der Impulse nur 1:4 beträgt, reichen drei Stufen nicht aus, um auf die benötigte Hochspannung von 25 kV zu kommen, sondern es müssen fünf Gleichrichter vorgesehen werden. (Würde diesem Spannungsvervielfacher eine Sinusspannung angeboten, so stünde an seiner Ausgangsklemme die fünffache Spannung zur Verfügung.)

Neben dem einfacheren und betriebssicheren Aufbau des Horizontal-Transformators – er besitzt keinen Hochspannungswickel – hat eine in dieser Schaltung ausgeführte Stufe den Vorteil längerer Lebensdauer (man benötigt z. B. keine Gleichrichterröhre mehr). Von Bedeutung ist ferner der kleinere Innenwiderstand und damit eine einfachere Regelung (VDR-Regelung). Die erforderliche Betriebsspannung liegt bei etwa 270 V. **Bild 5.44–10** zeigt die Industrieausführung eines Spannungsverdreifachers.

5.443 Spezialschaltungen für 110°-Farbbildröhren

Farbbildröhren mit einem Ablenkwinkel von 110° benötigen bei gleicher Anodenspannung (25 kV) etwa die doppelte Ablenkleistung, so daß die in den Horizontal-Endstufen der 90°-Farbbildröhre verwendete Leistungspentode PL 509 nicht mehr ausreicht. Es wurde daher eine neue Röhre mit höheren Leistungswerten entwickelt (PL 519), die vorzugsweise in Ein-Transformator-Schaltungen mit Gleichrichterkaskade eingesetzt wird, wobei man gleichzeitig die Endstufe durch gesonderte aktive Konvergenzschaltungen entlastet.

Andererseits sind Schaltungen mit Doppelendstufen und zwei Ausgangstransformatoren bekannt. Dieses Konzept unterscheidet sich vom herkömmlichen Zwei-Transformatoren-Konzept dadurch, daß Ablenkleistung und Hochspannung nicht mehr in zwei getrennten Stufen erzeugt, sondern über eine Brückenschaltung auch Ablenkleistung zusätzlich vom Hochspannungsgenerator geliefert wird. Als Hochspannungsgleichrichter benutzt man die schon bekannte Röhre GY 501 und fügt in Einzelfällen auch noch zur Stabilisierung die Ballasttriode PD 500 hinzu.

5.5 Industrieschaltungen

In den vorangegangenen Abschnitten (5.43) ist anhand eines Blockschaltbildes jeweils in wesentlichen Zügen die Funktion einzelner Empfängerstufen erläutert worden. Darüber hinaus zeigt der Abschnitt 5.44 prinzipielle Konzeptunterschiede heutiger Farbfernsehempfänger auf, allerdings auch hier nur in gedrängter Form. Neben diesen vorerwähnten grundlegenden Unterschieden in der Schaltungauslegung gibt es in den einzelnen Empfängerstufen eine Vielfalt an Varianten, von denen die wichtigsten in den folgenden Abschnitten anhand praktischer Beispiele beschrieben werden sollen.

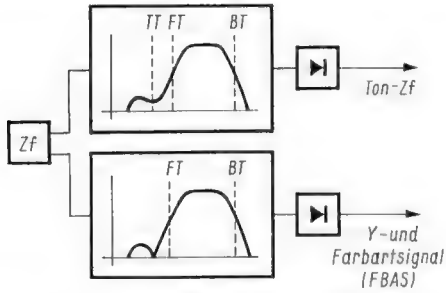


Bild 5.51–1 Bild- und Ton-Zf-Demodulator (Schaltungsart 1)

5.51 Bild- und Ton-Zf-Demodulatoren

Die Aufgabe der Zf-Demodulatoren besteht darin, die drei im Zf-Signal enthaltenen Grundinformationen zurückzugewinnen:

das Y-Signal	(0...5 MHz)
das Farbartsignal	(4,43 MHz)
das Ton-Zf-Signal	(5,5 MHz)

und störende Demodulationsprodukte wie die folgenden Differenzfrequenzen zu vermeiden:

Ton- mit Farbträger (1,07 MHz)
Ton-Zf mit 1,07-MHz-Y-Komponenten (4,43 MHz).

Zwei verschiedene Schaltungsarten mit je zwei Demodulatoren sind in den deutschen Farbfernseh-Empfängern vorherrschend.

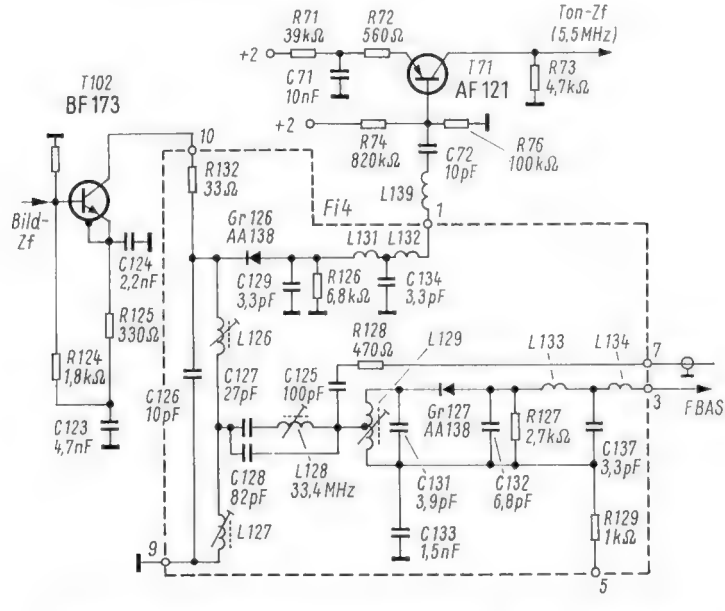


Bild 5.51–2 Bild- und Ton-Zf-Demodulator (T 2500 Color, Saba)

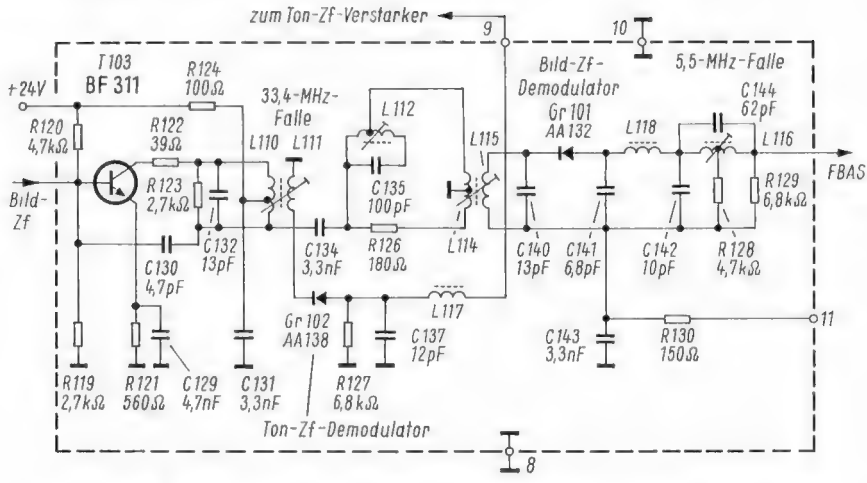


Bild 5.51–3 Bild- und Ton-Zf-Demodulator (PALcolor 718, AEG-Telefunken)

1. Demodulation von Y- und Farbartsignal mit einer Diode und Gewinnung der Ton-Zf in einer zweiten.

Die dafür erforderlichen Selektionskurven zeigt das Prinzipschaltbild **5.51–1.** Die vorerwähnten Störkomponenten werden im wesentlichen durch eine dem Bild-Zf-Demodulator vorgeschaltete 33,4-MHz-Falle vermieden (Eigenton-Falle). Praktisch ausgeführte Schaltungen zeigen die Bilder **5.51–2** und **5.51–3.**

In Bild 5.51–2 ist der Ton-Zf-Demodulator (Diode Gr 126) direkt an den Primärkreis L 126, L 127, C 126 des letzten Zf-Filters angeschlossen, während im Koppelzweig zum Sekundärkreis L 129, C 131 die zur Absenkung des Ton-Zf-Trägers dienende Falle L 128, C 127, C 128 liegt.

Eine noch stärkere Absenkung des Ton-Zf-Trägers ist in der Schaltung nach Bild 5.51–3 realisiert. Hier liegt im Koppelzweig des letzten Zf-Filters eine Brückenschaltung mit der angezapften 33,4-MHz-Falle L 112, C 135 in dem einen Zweig und dem Kompensationswiderstand R 126 in dem anderen Zweig. Bei der Frequenz von 33,4 MHz fließen in den beiden Hälften der Koppelwicklung L 114 gleichgroße, aber gegenphasige Ströme, so daß dadurch eine Übertragung an den Sekundärkreis L 115, C 140 vermieden wird. Der Widerstand R 126 ist demnach identisch mit dem an der Anzapfung von L 112 auftretenden Verlustersatzwiderstand der 33,4-MHz-Falle.

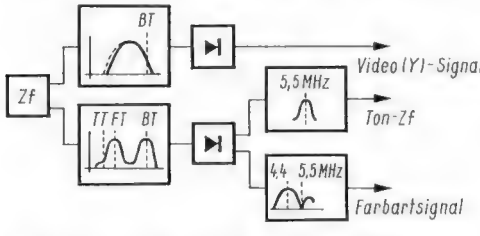


Bild 5.51–4 Bild- und Ton-Zf-Demodulator (Schaltungsart 2)

2. Demodulation allein des BAS-Signals mit einer Diode und des Farbart- sowie des Ton-Zf-Signals in einer zweiten Diode.

Die Prinzipschaltung **(Bild 5.51–4)** deutet auch hier die notwendigen Selektionskurven vor den beiden Demodulatoren an. Erwähnenswert ist die *Doppelhöckerkurve* vor dem Farb/Ton-Demodulator, die verhindern soll, daß Y-Komponenten im Bereich um 1,07 MHz mit dem Ton-Zf-Träger von 5,5 MHz Kombinationsfrequenzen um den Farbträger (4,43 MHz) ergeben und damit eine Art Farbartsignal simulieren. Störungen in der Farbwiedergabe wären die Folge.

Das in **Bild 5.51–5** gezeigte praktische Beispiel beschränkt sich auf den Farb/Ton-Demodulator. Wegen der speziellen Selektions-

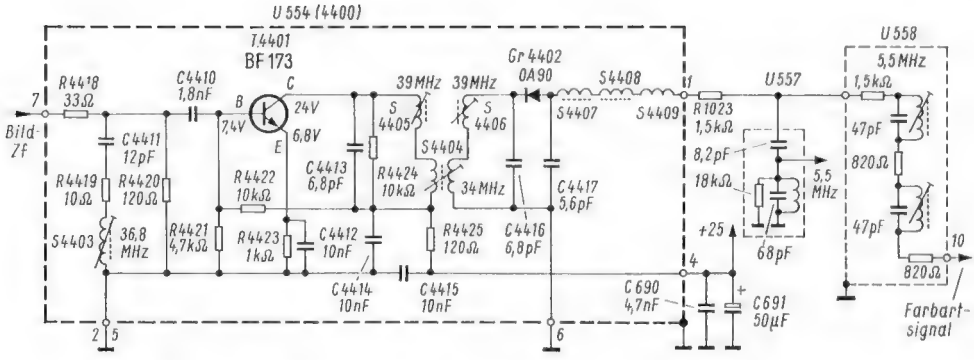


Bild 5.51–5 Farbart- und Ton-Zf-Demodulator (K 7 N-Chassis, Philips)

anforderungen des Demodulatorfilters wird hier neben einer Zf-Endstufe für das Y-Signal eine weitere Zf-Endstufe (T 4401) benötigt. Die 36,8-MHz-Falle C 4411, S 4403 sorgt in Verbindung mit dem Demodulatorfilter für die Doppelhöckerkurve. Hinter dem Demodulator Gr 4402 wird der Farbart-Kanal durch die 5,5-MHz-Sperre U 558 für das Ton-Zf-Signal gesperrt, das am Kreis U 557 abgenommen werden kann.

5.52 Farbträgerfalle im Y-Kanal

Wie in den vorhergehenden Abschnitten erwähnt, umfaßt der Y-Kanal eine Bandbreite bis zu 5 MHz. Dies würde bei Farbwiedergabe bedeuten, daß außer dem Leuchtdichtesignal auch das Farbartsignal im Bereich von 4,43 MHz voll mit verstärkt und auf dem Bildschirm als feines Moiré sichtbar wäre. Im Prinzip könnte man, um das zu vermeiden, dem Y-Kanal eine Bandbreite von nur 4,2 MHz zuordnen, hätte aber den Nachteil, daß SW-Sendungen mit geringerer als der möglichen Auflösung wiedergegeben würden.

In einigen Farbempfängern wird deshalb im gesamten Y-Kanal (gemeint ist hier Zf- und Y-Verstärker) eine automatisch abschaltbare Falle vorgesehen. Bei Farbwiedergabe unterdrückt sie den 4,4-MHz-Träger, bei SW-Empfang ist sie unwirksam. Gesteuert wird die Schaltfunktion vom Farbabschalter.

Auch hier gibt es zwei Varianten, deren erste **(Bild 5.52–1)** eine Falle im Y-Verstärker vorsieht. Bei Farbwiedergabe ist der Kreis L 612, C 630 voll wirksam, da die Diode Gr 630 in Reihe mit der Sekundärwicklung L 613 gesperrt ist (Spannung an der Anode niedriger als an der Katode). Bei SW-Empfang erhöht sich die Spannung an der Anode, und die Diode Gr 630 ist durchgeschaltet; sie dämpft über die nunmehr (über C 631, C 632, Gr 630) kurzgeschlossene Sekundärwicklung die Falle und macht sie dadurch unwirksam: Der Y-Verstärker hat die volle Bandbreite von etwa 5 MHz.

Die zweite Alternative zeigt **Bild 5.52–2**. Hier wird der Farbträger bereits im Zf-Verstärker abgesenkt. Dies ist nur realisierbar, wenn der nachfolgende Demodulator lediglich für das Y-Signal benötigt wird, die Farbinformation also in einem anderen Demodulator gewonnen wird (vgl. Abschnitt 5.51).

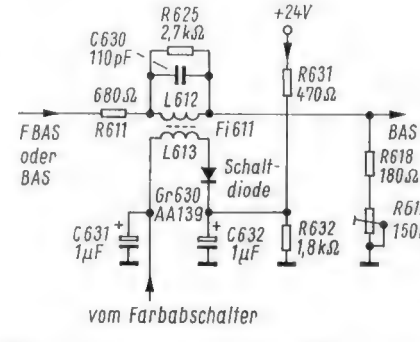


Bild 5.52–1 Farbträgerfalle mit Y-Verstärker (PALcolor 719, AEG-Telefunken)

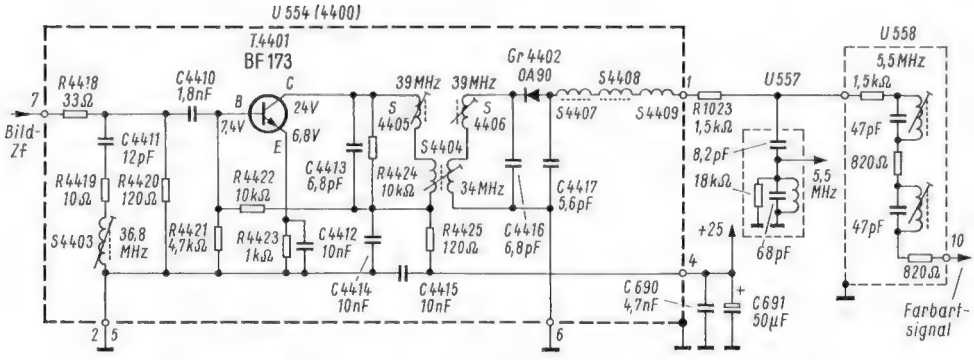


Bild 5.51–5 Farbart- und Ton-Zf-Demodulator (K 7 N-Chassis, Philips)

anforderungen des Demodulatorfilters wird hier neben einer Zf-Endstufe für das Y-Signal eine weitere Zf-Endstufe (T 4401) benötigt. Die 36,8-MHz-Falle C 4411, S 4403 sorgt in Verbindung mit dem Demodulatorfilter für die Doppelhöckerkurve. Hinter dem Demodulator Gr 4402 wird der Farbart-Kanal durch die 5,5-MHz-Sperre U 558 für das Ton-Zf-Signal gesperrt, das am Kreis U 557 abgenommen werden kann.

5.52 Farbträgerfalle im Y-Kanal

Wie in den vorhergehenden Abschnitten erwähnt, umfaßt der Y-Kanal eine Bandbreite bis zu 5 MHz. Dies würde bei Farbwiedergabe bedeuten, daß außer dem Leuchtdichtesignal auch das Farbartsignal im Bereich von 4,43 MHz voll mit verstärkt und auf dem Bildschirm als feines Moiré sichtbar wäre. Im Prinzip könnte man, um das zu vermeiden, dem Y-Kanal eine Bandbreite von nur 4,2 MHz zuordnen, hätte aber den Nachteil, daß SW-Sendungen mit geringerer als der möglichen Auflösung wiedergegeben würden.

In einigen Farbempfängern wird deshalb im gesamten Y-Kanal (gemeint ist hier Zf- und Y-Verstärker) eine automatisch abschaltbare Falle vorgesehen. Bei Farbwiedergabe unterdrückt sie den 4,4-MHz-Träger, bei SW-Empfang ist sie unwirksam. Gesteuert wird die Schaltfunktion vom Farbabschalter.

Auch hier gibt es zwei Varianten, deren erste **(Bild 5.52–1)** eine Falle im Y-Verstärker vorsieht. Bei Farbwiedergabe ist der Kreis L 612, C 630 voll wirksam, da die Diode Gr 630 in Reihe mit der Sekundärwicklung L 613 gesperrt ist (Spannung an der Anode niedriger als an der Katode). Bei SW-Empfang erhöht sich die Spannung an der Anode, und die Diode Gr 630 ist durchgeschaltet; sie dämpft über die nunmehr (über C 631, C 632, Gr 630) kurzgeschlossene Sekundärwicklung die Falle und macht sie dadurch unwirksam: Der Y-Verstärker hat die volle Bandbreite von etwa 5 MHz.

Die zweite Alternative zeigt **Bild 5.52–2**. Hier wird der Farbträger bereits im Zf-Verstärker abgesenkt. Dies ist nur realisierbar, wenn der nachfolgende Demodulator lediglich für das Y-Signal benötigt wird, die Farbinformation also in einem anderen Demodulator gewonnen wird (vgl. Abschnitt 5.51).

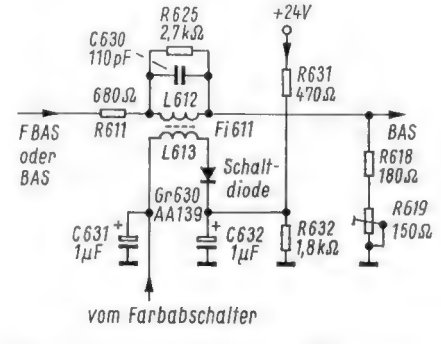


Bild 5.52–1 Farbträgerfalle mit Y-Verstärker (PALcolor 719, AEG-Telefunken)

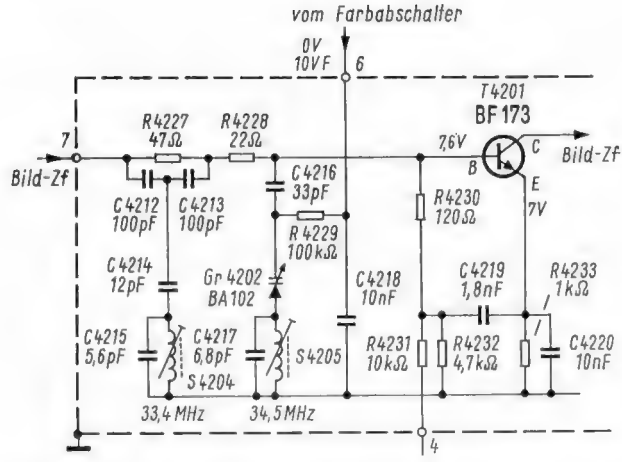


Bild 5.52–2 Farbträgerfalle im Zf-Verstärker (K 7 N-Chassis, Philips)

Der Kreis S 4205, C 4217 ist hier über C 4216 und eine Kapazitätsdiode Gr 4202 an die Basis des Zf-Endtransistors T 4201 angekoppelt. Bei Farbbetrieb erhält die Diode Gr 4202 vom Farbabschalter eine derartige Vorspannung, daß der gesamte Kreis auf etwa 34,6 MHz abgestimmt ist und den Farb-Zf-Träger (34,75 MHz) stark absenkt. Bei SW-Empfang verschwindet die Vorspannung, die Kapazität der Diode Gr 4202 steigt stark an und verstimmt damit die Resonanzfrequenz der Falle auf einen Wert weit außerhalb der Zf-Durchlaßkurve. Diese Schaltung, die gegenüber der Variante 1 einen hohen Aufwand bedingt, hat den Vorteil, daß der Farb-Zf-Träger selbst erst gar nicht an den Y-Demodulator gelangt und dort eventuell mit höherfrequenten Anteilen des Y-Signals unerwünschte Störfrequenzen bilden kann.

5.53 PAL-Laufzeitdemodulator

Die prinzipielle Funktion des PAL-Laufzeitdemodulators ist schon in Abschnitt 5.434 beschrieben. Dort war vorausgesetzt, daß die Addition und Subtraktion von verzögertem und unverzögertem Farbartsignal exakt mit der richtigen Amplitude und Phase (Laufzeit) erfolgen. In der Praxis müssen aber Phase und Amplitude in gewissen Grenzen einstellbar sein, um die Toleranzen der Verzögerungsleitung ausgleichen zu können.

Vorab sei erwähnt, daß heute drei Arten der Ultraschall-Leitung Verwendung finden:

die Stableitung **(Bild 5.53–1)**
die V-Leitung **(Bild 5.53–2)** und
die M-Leitung **(Bild 5.53–3)**.

Während die Stableitung aus Fertigungsgründen nicht exakt auf die geforderte Laufzeit abgeglichen werden kann und deshalb einer angepaßten Zusatzleitung bedarf, sind die V- und die M-Leitung bis auf wenige Nanosekunden Toleranz vorabgeglichen (die Bezeichnungen V und M resultieren aus der Form des Schall-Laufweges in der Leitung).

In der Schaltungskonzeption gibt es wieder mehrere Varianten, von denen hier nur die drei geläufigsten zunächst im Prinzip dargestellt sind **(Bild 5.53–4 a, b, c)**. Bei a) wird das verzögerte Signal hinter der Laufzeitleitung VL nach Betrag und Phase abgeglichen. Das unverzögerte Signal passiert, in der Phase um 180° gedreht, den unteren Zweig und zugleich aber unverändert den oberen Zweig. In den beiden Additionsstufen werden diese Signale dann mit dem verzögerten Signal vereinigt. Die praktische Ausführung zeigt **Bild 5.53–5**. Den Phasenabgleich gestat-

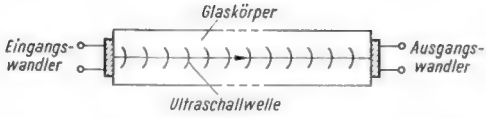


Bild 5.53–1a Stableitung, Prinzip

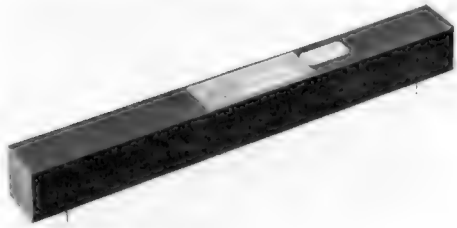


Bild 5.53–1b Stableitung, Industrieausführung

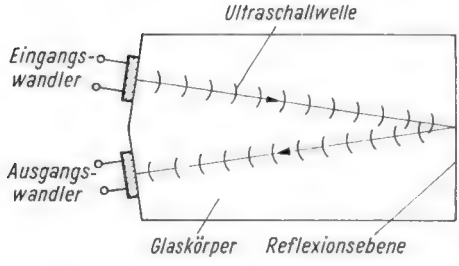


Bild 5.53–2a V-Leitung, Prinzip

Bild 5.53–2b V-Leitung, Industrieausführung (oben Außenansicht, unten Innenansicht)

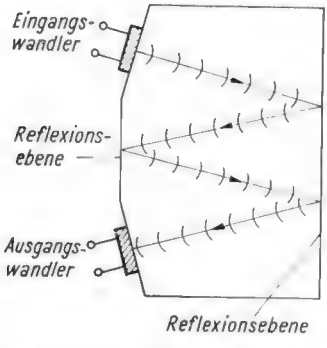


Bild 5.53–3a M-Leitung, Prinzip

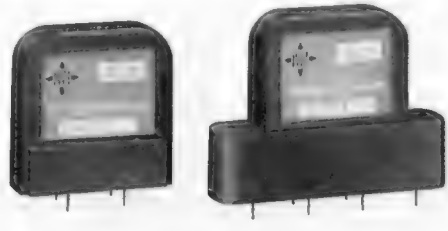
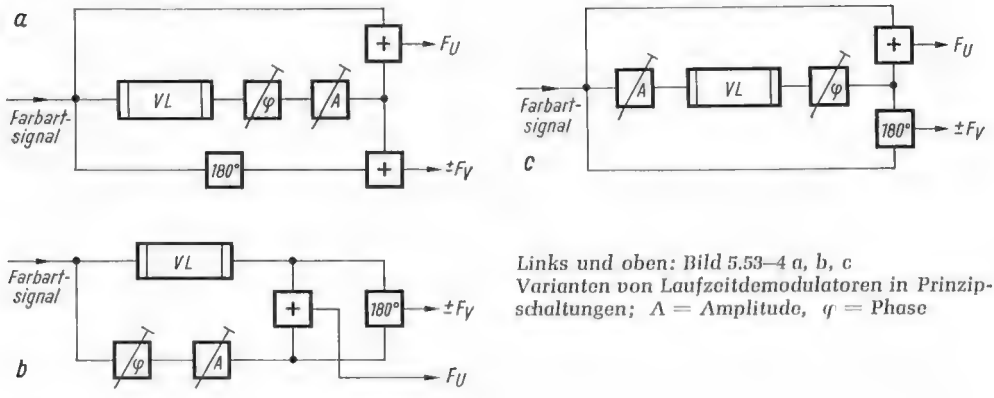


Bild 5.53–3b M-Leitung, Industrieausführung (links ohne Ein- und Ausgangstransformatoren, rechts mit Transformatoren)

tet der Resonanztransformator L 382 in Verbindung mit der Leitungsausgangskapazität, und der Amplitudenabgleich geschieht durch Dämpfung dieses Resonanzkreises mit R 383. Die Phasenumkehr erfolgt in dem Autotransformator L 383 und die Addition jeweils zweier Signale über die Widerstände R 384/385 bzw. 386/387. An ihren Verbindungspunkten stehen dann die Farbartsignalkomponenten F_U bzw. $\pm F_V$.



Links und oben: Bild 5.53–4 a, b, c
Varianten von Laufzeitdemodulatoren in Prinzipschaltungen; A = Amplitude, φ = Phase

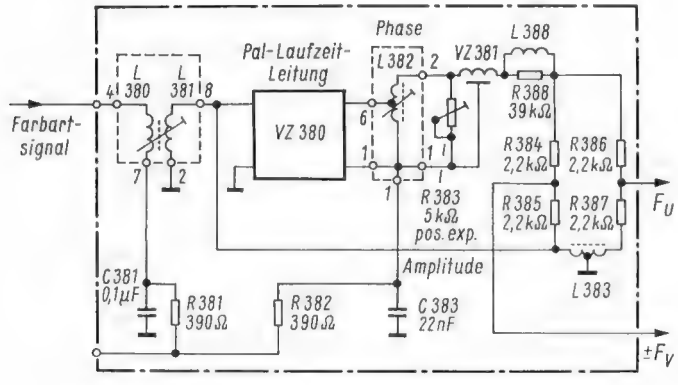


Bild 5.53–5 PAL-Laufzeitdemodulator (PALcolor 718, AEG-Telefunken)

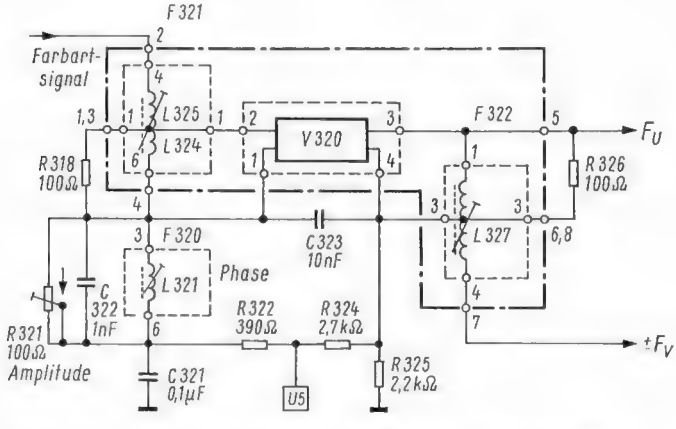


Bild 5.53–6 PAL-Laufzeitdemodulator (Color 9000, Nordmende)

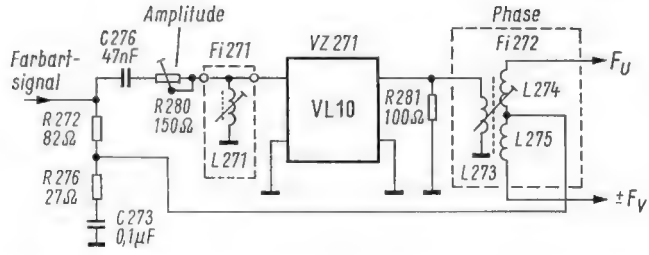


Bild 5.53–7 PAL-Laufzeitdemodulator (PALcolor 719, AEG-Telefunken)

In Bild 5.53–4 b wird das unverzögerte Signal nach Betrag und Phase eingestellt und zum verzögerten addiert. Die Subtraktion erfolgt hier durch Addition mit dem phasenumgekehrten, verzögerten Signal (180°). Die praktisch realisierte Schaltung zeigt **Bild 5.53–6.** In Reihe mit dem Leitungs-Eingangstransformator L 325 liegt der auf 4,4 MHz abgestimmte Kreis L 321, C 322 und R 321. An ihm fällt ein Teil des unverzögerten Signals ab, das mit R 321 in der Amplitude und mit L 321 in der Phase verändert werden kann. Über C 323 in den Mittelpunkt des Autotransformators L 327 eingespeist, addiert es sich mit dem an der einen Wicklungshälfte stehenden verzögerten Signal zu F_U und subtrahiert sich von dem an der anderen Wicklungshälfte stehenden phasenumgekehrten Signal zu $\pm F_V$.

In der dritten Variante (Bild 5.53–4 c) wird wiederum das verzögerte Signal nach Amplitude und Phase eingestellt, das eine vor der Verzögerungsleitung, das andere hinter ihr. Die Kombination von verzögertem und unverzögertem Signal zu $\pm F_V$ bzw. F_U geschieht einmal durch direkte Addition und zum anderen durch Addition mit dem um 180° gedrehten verzögerten Signal.

Die schaltungsmäßige Ausführung zeigt **Bild 5.53–7.** In Serie mit dem Eingang der Verzögerungsleitung liegt R 280. Mit ihm kann die richtige Amplitude des verzögerten Signals eingestellt werden. Der Ausgangstransformator Fi 272 ist mit der Ausgangskapazität der Verzögerungsleitung VZ 271 auf etwa 4,4 MHz abgestimmt und gestattet den Feinabgleich der erforderlichen Phase.

Vom Spannungsteiler R 272/R 276 – er liegt parallel zum Eingang des Laufzeitdemodulators – wird das unverzögerte Signal abgegriffen und in den Mittelpunkt der symmetrischen Sekundärwicklung von Fi 272 eingespeist. Hierdurch ergibt sich mit dem an L 275 gegenphasig stehenden verzögerten Signal: $\pm F_V$ (Subtraktion) und mit dem an L 274 stehenden gleichphasigen Signal: F_U (Addition).

5.54 Synchrondemodulatoren

Im Synchrondemodulator werden unter phasenrichtiger Zuführung des Referenzträgers aus den Farbartsignalkomponenten F_U bzw. $\pm F_V$ die Farbdifferenzsignale U bzw. V zurückgewonnen.

Wie schon in Abschnitt 5.435 angedeutet, hängt die Polarität des demodulierten Signals sowohl von der Phasenlage der zugeführten Signale (Farbartsignal, Referenzträger) als auch von der Polarität der Dioden ab. Man kann deshalb – und hiervon wird viel Gebrauch gemacht – die zeilenweise Phasenumschaltung von F_V im Synchrondemodulator durch Zuführung eines zeilenweise umgepolten Referenzträger wieder aufheben.

Im Prinzip arbeiten fast alle Synchrondemodulatoren nach dem gleichen Schema: Dem Farbartsignal wird ein gleichphasiger (Referenz-) Träger genügender Amplitude zugeführt und die Summe beider Signale mit einer Diode demoduliert. Allgemein wendet man eine Gegentaktschaltung an, die verhindert, daß der Referenzträger an der Aus-

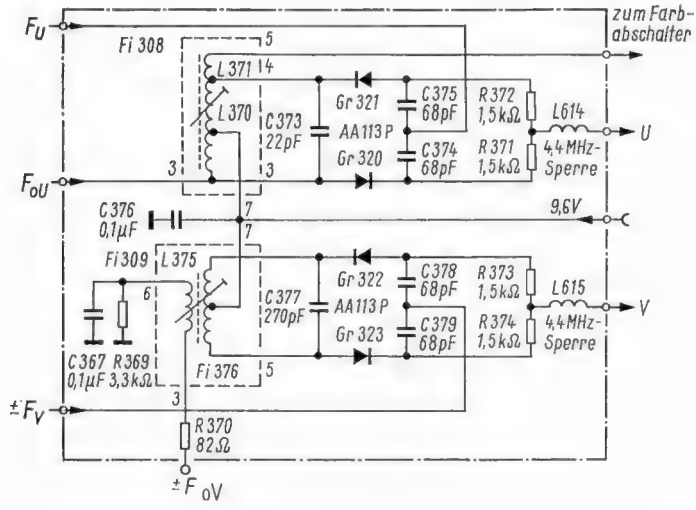


Bild 5.54–1 Synchrondemodulatoren (PALcolor 718, AEG-Telefunken)

gangsklemme eine Gleichspannungskomponente erzeugt (vgl. Bild 5.43–10).

Von den vielen Schaltungsmöglichkeiten seien hier nur einige erläutert: Als klassisches Beispiel können die Demodulatoren nach **Bild 5.54–1** bezeichnet werden. Dem mit C 373 auf 4,4 MHz abgestimmten Gegentakt-Autotransformator Fi 308 wird an Klemme 3 der Referenzträger zugeführt; er speist die beiden Dioden Gr 320 bzw. Gr 321. Das zu demodulierende Farbartsignal – hier F_U – gelangt über die Kondensatoren C 374/C 375 gleichphasig an die anderen Seiten der Demodulatordioden. Am Verbindungspunkt der beiden Arbeitswiderstände R 371/372 steht ausschließlich das Farbdifferenzsignal, evtl. vorhandene Reste des Farbartsignals werden durch die Resonanzdrossel L 614 gesperrt.

Im Unterschied zum F_U-Demodulator erhält der für $\pm F_V$ den Referenzträger, zeilenweise phasenumgeschaltet, über die Ankopplungsspule L 375 in Fi 376 zugeführt.

Normalerweise benötigt man in einem Farbempfänger zwei Synchrondemodulatoren, um die beiden Farbdifferenzsignale U und V zu gewinnen. Im weiteren Signalverlauf werden diese u. a. dann phasenumgekehrt und nach Gleichung ④ Abschnitt 5.411, in einer Matrix zu G – Y zusammengesetzt. Diese Phasenumkehr kann aber auch, wie eingangs erwähnt, durch den Synchrondemodulator vorgenommen werden, wenn man z. B. die Dioden umpolt. **Bild 5.54–2** veranschaulicht dies: Betrachtet man z. B. den U-Demodulator im Bild oben, so liefert hier das über den Gegentakttransformator L 282/283 mit dem Referenzträger und über C 283 mit dem Farbartsignal F_U gespeiste Diodenpaar Gr 281/283 das Differenzsignal U. Da das über C 282 gespeiste Diodenpaar Gr 282/284 „umgepolt" ist, kann hier das Farbdifferenzsignal $-U$ entnommen werden. Analog stellen auch die beiden V-Demodulatoren die Signale V und $-V$ zur Verfügung. Die beiden negativen Farbdifferenzsignale ergeben in der Matrix R 322, P 311 und R 323 das Gründifferenzsignal G – Y.

5.55 PAL-Umschalter

Im PAL-Farbfernsehempfänger muß die im Sender-Coder vorgenommene zeilenweise Phasenumschaltung der F_V-Komponente wieder aufgehoben werden. Man kann sich hier

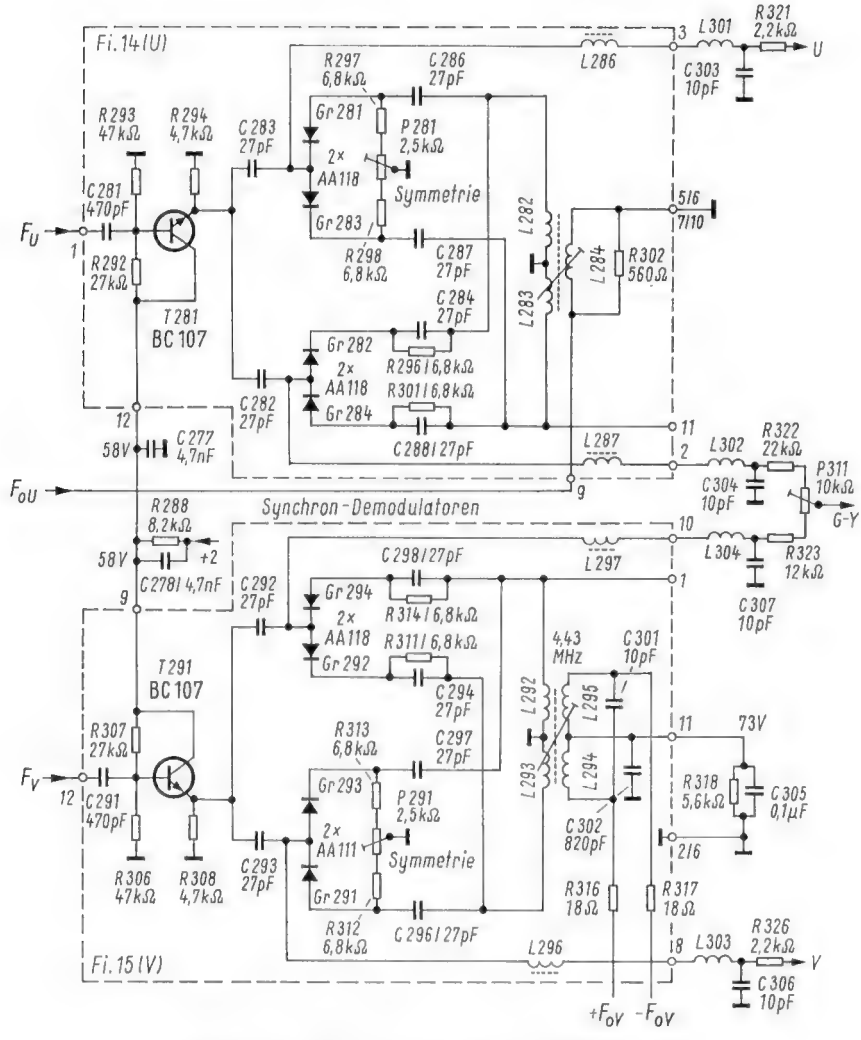
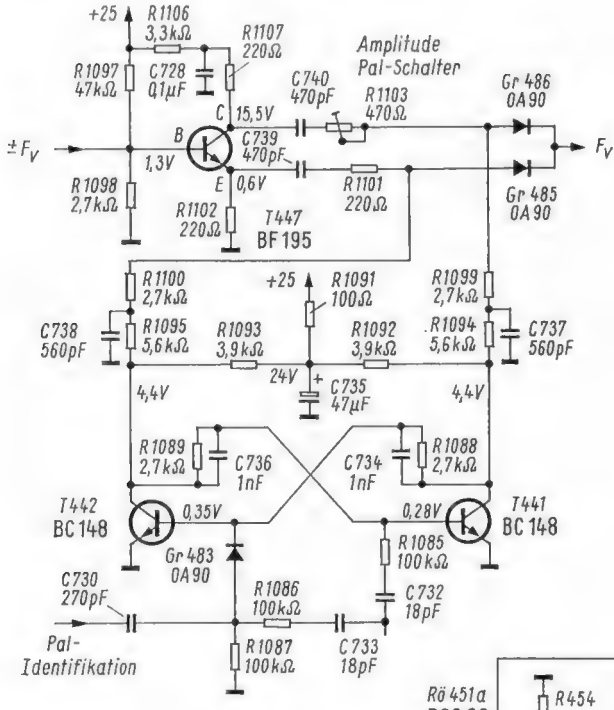


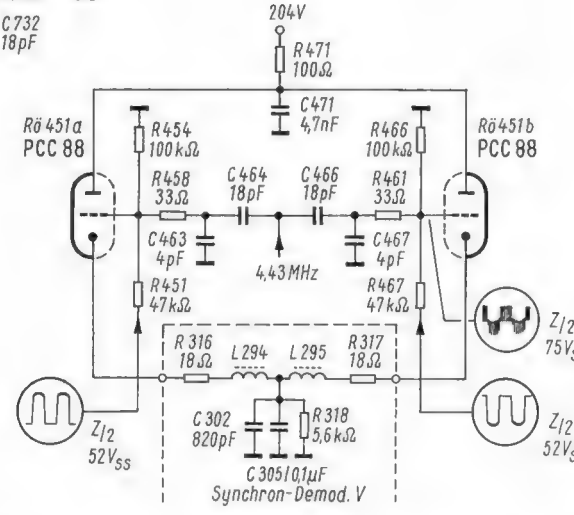
Bild 5.54–2 Synchrondemodulatoren (T 2500, Saba)

zweier Lösungsmöglichkeiten bedienen, der Rückumschaltung der F_V-Komponente selbst oder – wie in 5.54 erwähnt – der Umschaltung des Referenzträgers für den F_V-Demodulator. Beide Wege werden bei den heutigen Farbfernseh-Empfängerkonzepten beschritten.

Die ersterwähnte Variante zeigt **Bild 5.55–1.** Der Transistor T 447 arbeitet – wie aus der Nf-Technik bekannt – als *Phasenspalter.* Das der Basis zugeführte Signal $\pm F_V$ wird in zwei gegenphasige Signale aufgespalten, die am Emitter und Kollektor zur Verfügung stehen. Beide Signale gelangen über C 739 bzw. C 740 an die Schaltdioden Gr. 485 bzw. 486. Werden die Dioden abwechselnd immer nur dann (zeilenweise) leitend, wenn an ihren Anoden z. B. $+F_V$ auftritt, ist der PAL-Phasenwechsel aufgehoben. Die vom Multivibrator mit den Transistoren T 441/442 ge-



Links: Bild 5.55–1
PAL-Umschalter (F_V-Umschaltung)
(K 7 N-Chassis, Philips)
Der Transistor links oben ist T 447.



Rechts: Bild 5.55–2
PAL-Umschalter
(F_V-Referenzträgerumschaltung)
(T 2500, Saba)

lieferten Rechteckspannungen mit einer Folgefrequenz von 7,8 kHz sorgen für das zeilenrichtige Durchschalten der Dioden.

Der zweite Lösungsweg ist aus **Bild 5.55–2** zu erkennen. Die beiden Trioden (Rö 451) arbeiten als Katodenfolger und speisen die Spulen L 294 bzw. 295 mit dem über die Koppelkondensatoren C 464/466 den Gittern zugeführten Referenzträger. Die Spulen stellen die Primärwicklung des F_V-Demodulator-Filters dar (vgl. Bild 5.54–2). Werden nun die beiden Röhren durch die zusätzlich an die Gitter gelegten Rechteckspannungen abwechselnd zeilenweise gesperrt, entsteht in der Sekundärwicklung des erwähnten Transformators eine von Zeile zu Zeile phasenumgeschaltete Referenzspannung. Auch hierdurch wird, in Verbindung mit der Demodulation, die zeilenweise Umschaltung der F_V-Komponente aufgehoben.

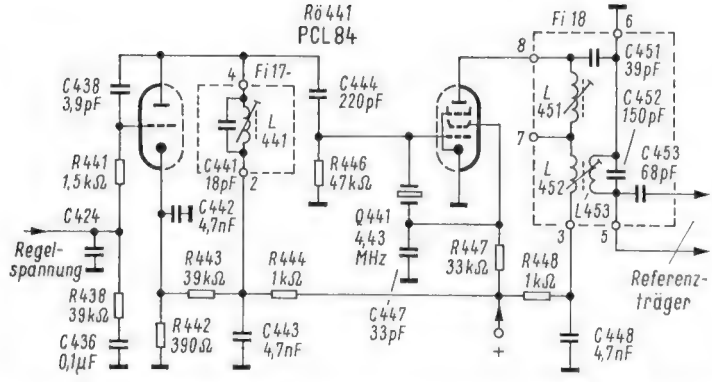


Bild 5.56–1 Referenzträgeroszillator mit Reaktanztriode (T 2500 E, Saba)

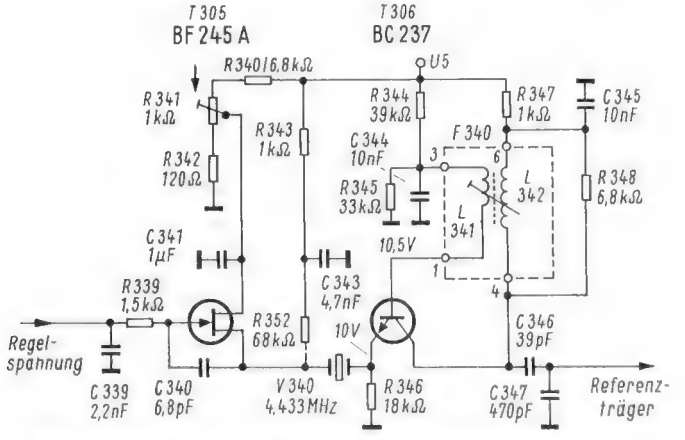


Bild 5.56–2 Referenzträgeroszillator mit Feldeffekt-Reaktanzstufe (Color 9000, Nordmende)

5.56 Referenzträgeroszillatoren

Wie bereits im Abschnitt 5.437 dargelegt, muß zur einwandfreien Demodulation des Farbartsignals der im Studio aus Kompatibilitätsgründen unterdrückte Farbträger im Empfänger wieder frequenz- und phasenrichtig zugesetzt werden. Da die Genauigkeit eines wirtschaftlich herstellbaren Quarzoszillators hierzu nicht genügt, bringt man Frequenz und Phase in speziellen Regelschaltungen mit den vom Sender (durch den Burst) vorgegebenen Werten in Übereinstimmung.

Als klassisches Beispiel für eine Industrieschaltung kann die nach **Bild 5.56–1** bezeichnet werden. Der Oszillator ist mit der Pentode der Röhre 441 in Dreipunktschaltung aufgebaut und schwingt zwischen Steuer- und Schirmgitter. Die Induktivität wird durch den Quarz Q 441 gebildet und ein Teil der Kapazität durch die Reaktanzstufe mit dem Triodensystem der Röhre 441. Da ihre Steuerspannung über einen RC-Teiler (R 441, C 438) aus der Anodenwechselspannung abgeleitet wird, eilt der Anodenstrom der Spannung um annähernd 90° voraus, d. h. diese Stufe wirkt wie eine Kapazität. Die Größe dieser „Kapazität" hängt aber von der Steilheit und damit vom Arbeitspunkt der Triode ab, so daß bei zusätzlicher Steuerung mit einer vom

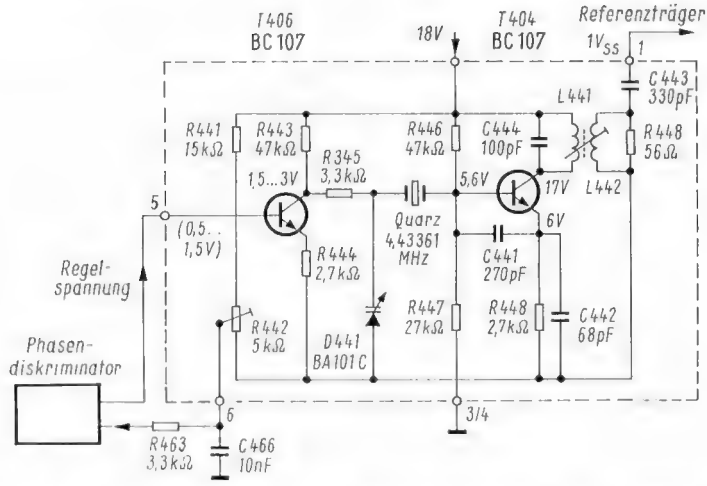


Bild 5.56–3 Referenzträgeroszillator mit Kapazitätsdiode (F 900, Loewe Opta)

Phasendiskriminator kommenden Regelspannung Frequenz und Phase des Referenzträgers exakt auf den vom Sender vorgegebenen Werten gehalten werden können. Mit L 441 wird der Grobabgleich vorgenommen. Am Ausgangsbandfilter (L 451/452, C 451 und L 453, C 452) steht der Referenzträger für die beiden Synchrondemodulatoren zur Verfügung.

Eine Abwandlung dieser Schaltung zeigt **Bild 5.56–2.** Hier ist die Reaktanztriode durch einen Feldeffekt-Transistor (T 305 [BF 245 A]) ersetzt, der mit seiner „Ersatzkapazität" in Reihe zum frequenzbestimmenden Quarz V 340 liegt und dem die vom Phasendiskriminator kommende, die Steilheit steuernde Regelspannung am Gate zugeführt wird. Den Arbeitspunkt stellt man mit R 341 ein.

Anstelle einer Reaktanzstufe mit Röhre oder Halbleiter wird sehr oft als elektrisch steuerbare Reaktanz eine Kapazitätsdiode verwendet. **Bild 5.56–3** zeigt ein Beispiel. Der Transistor T 404 (BC 107) schwingt zwischen Basis und Emitter, wobei der frequenzbestimmende Kreis durch den Quarz, die Kapazitätsdiode D 441 (BA 101 C) und den kapazitiven Teiler C 441/442 gebildet wird. Der Referenzträger für die Synchrondemodulatoren ist über die Sekundärwicklung des Kollektorkreises (L 441, C 444) zu entnehmen.

Die Frequenz und Phase des Referenzträgers werden mit der Diode D 441 beeinflußt. Da der Spannungshub der vom Phasendiskriminator kommenden Regelspannung nicht genügend groß ist, wird noch ein Gleichspannungsverstärker mit dem Transistor T 406 (BC 107) zwischengeschaltet, dessen mit R 442 einzustellender Arbeitspunkt die Mittenfrequenz des Oszillators bestimmt.

5.57 PAL-Identifikation

Die Notwendigkeit und grundsätzliche Arbeitsweise der PAL-Identifikation ist schon in Abschnitt 5.438 erläutert worden.

Die PAL-Norm – und hier speziell die „PAL-Kennung" im alternierenden Burst – ist so universell ausgelegt, daß auch die PAL-Identifikation eine Vielzahl an Varianten im Schaltungskonzept zuläßt. Die Grundforderung ist dabei nur, die richtige Schaltphase des PAL-Umschalters bzw. die des steuernden Multivibrators zu gewährleisten. Das dazu notwendige Synchronisiersignal liefert der Phasendiskriminator, der neben der Regelspannung für den Referenzträger-Oszillator auch noch eine 7,8-kHz-Wechselspan-

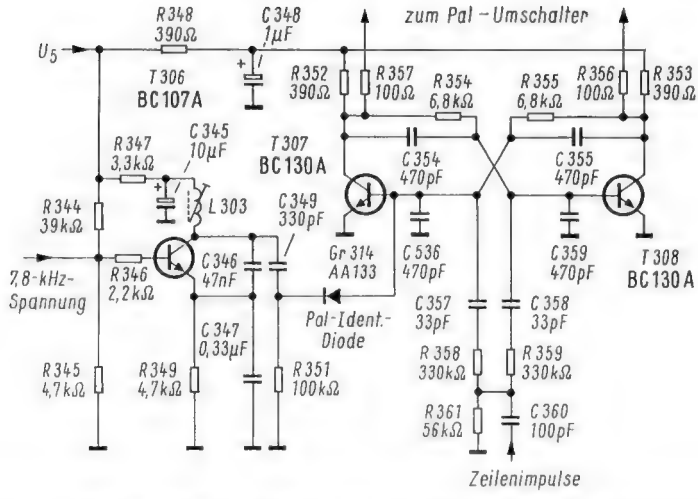


Bild 5.57–1 PAL-Identifikation mit „Sinuskreis" (PAL-Color 718 T, AEG-Telefunken)

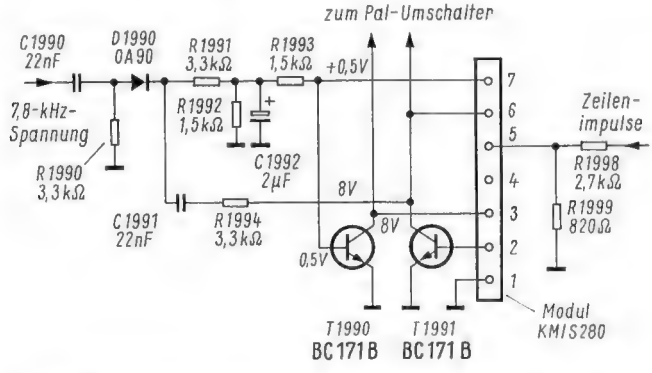


Bild 5.57–2 PAL-Identifikation mit 7,8-kHz-Phasendiskriminator (F 911 Color, Loewe Opta)

nung aus der alternierenden Phasenlage des Burstes ableitet.

In der Schaltung nach **Bild 5.57–1** wird diese meist sägezahn- oder rechteckförmige Spannung einem Selektivverstärker zugeführt. Um möglichst alle Störimpulse auszuschalten, sollte die Bandbreite dieser Stufe schmal sein. Man erreicht dies durch eine Entdämpfung des Schwingkreises L 303, C 346/347 in einer Rückkopplungsschaltung des Transistors T 306 (BC 107 A): Ein Teil der Schwingkreisspannung gelangt über den kapazitiven Teiler C 346/347 an den Emitter und steuert den Transistor T 306 zusätzlich. Die wegen der schmalen Bandbreite nunmehr sinusförmige Ausgangsspannung wird am Kollektor abgenommen und über C 349 und die Diode Gr 314 dem Multivibrator zur Synchronisation zugeführt. Man spricht in diesem Fall von einer direkten Synchronisation.

Wie bei allen Synchronisationsvorgängen (z. B. der Zeilensynchronisation) kann man auch hier einen Phasendiskriminator anwenden. In ihm wird die vorerwähnte, jetzt rechteckförmige 7,8-kHz-Spannung aus dem Burstsignal mit der der Ausgangsspannung des Multivibrators verglichen. **Bild 5.57–2** zeigt eine solche Schaltungsvariante.

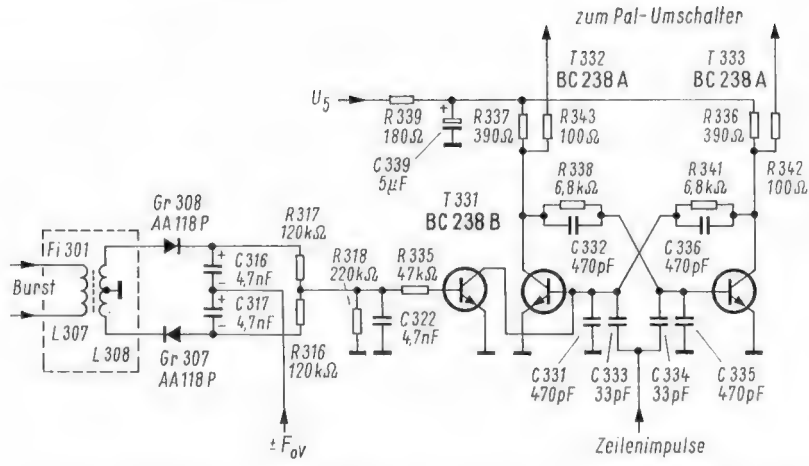


Bild 5.57–3 PAL-Identifikation mit 4,43-MHz-Phasendiskriminator (PAL-Color 719 T, AEG-Telefunken)

Dieser sehr einfache Phasendiskriminator besteht aus den Kondensatoren C 1990, 1991, den Widerständen R 1990, 1991 und 1992 sowie der Diode D 1990. Die Dioden-Anode erhält über C 1990 die aus dem alternierenden Burst abgeleitete 7,8-kHz-Spannung, die Katode über C 1991 die gleichgroße Ausgangsspannung des Multivibrators. Den Gleichstromweg dieser Schaltung bilden die vorerwähnten Widerstände. Sind beide zugeführten Wechselspannungen in Phase, so liegt über der Diode keine Spannung und somit auch keine gleichgerichtete Spannung an R 1992. Der ebenfalls mit R 1992 (über R 1993) verbundene Multivibrator wird daher nicht beeinflußt. Sind aber beide Wechselspannungen nicht in Phase, so tritt an R 1992 eine positive Gleichspannung auf und sperrt den Multivibrator. Als Folge davon liefert D 1990 auch keine Gleichspannung mehr und setzt also den Multivibrator wieder in Betrieb. Ist jetzt die Synchronisation in Ordnung, geschieht nichts weiter, andernfalls wiederholt sich der Vorgang so oft, bis beide Wechselspannungen an D 1990 in Phase sind. Dieser Prozeß verläuft allerdings so schnell (der Siebkondensator C 1992 bestimmt u. a. die Zeitkonstante), daß er optisch auf dem Bildschirm nicht zu bemerken ist.

Eine weitere Möglichkeit, die Schaltphase des PAL-Umschalters zu kontrollieren, ist der direkte Phasenvergleich zwischen dem geschalteten Referenzträger F_{0V} für die F_V-Demodulation und dem Burst in einem 4,43-MHz-Phasendiskriminator. Die Schaltung nach **Bild 5.57–3** zeigt ein praktisches Beispiel. Der Burstverstärker liefert über das Filter Fi 301 mit seiner Gegentakt-Sekundärwicklung L 308 an die Dioden Gr 307/308 das Burstsignal, das hier mit dem im 7,8-kHz-Rhythmus um 180° geschalteten Referenzträger F_{0V} in der Phase verglichen wird. Ist die PAL-Schaltphase falsch, so steht am RC-Glied R 318, C 322 eine positive Spannung, die den Transistor T 331 durchschaltet und damit den Multivibrator außer Betrieb setzt. Bei richtiger Schaltphase ist diese Spannung negativ, sperrt also T 331 und beeinflußt den Multivibrator nicht.

Anhand eines Zeigerdiagrammes **(Bild 5.57–4)** sollen nun die Phasenverhältnisse am Diskriminator in zwei zeitlich aufeinanderfolgenden Zeilen und bei zwei verschiedenen Schaltzuständen des Multivibrators erläutert werden. Man geht zweckmäßigerweise von der Voraussetzung aus, daß der Umschalter die falsche Schaltphase hat. Die Spannungen in der ersten betrachteten Zeile

seien nach Betrag und Phase wie in Bild 5.57–4 a gezeigt; sie ergeben mit der entsprechend festgelegten Polung der Dioden Gr 307/308 eine positive Spannung an R 318, da die Spannung U_1 an Gr 308 größer ist als U_2 an Gr 307, somit auch die Spannung an C 316 die an C 317 übersteigt.

Wegen der großen Zeitkonstanten des Tiefpasses R 317/318, C 322 am Diskriminatorausgang steigt diese Spannung nur langsam, der Multivibrator bleibt unbeeinflußt; er schaltet weiterhin, gesteuert von Zeilenimpulsen.

In der nun folgenden Zeile 2 (Bild 5.57–4 b) ist die Burst-Phase vom Sender gegenüber der Zeile 1 um 90° und die F_{0V}-Referenzträger-Phase um 180° gedreht. Dem Bild 5.57–4 b entnimmt man, daß wiederum U_1 größer als U_2 und daher, wie in Zeile 1, die Spannung an R 318 positiv ist. Die Zeile 3 gleicht für diese Betrachtung der Zeile 1. Nach einiger Zeit hat sich der Kondensator C 322 soweit aufgeladen, daß die Basis-Emitter-Schleusenspannung von T 331 überschritten und seine Kollektor-Emitterstrecke niederohmig wird. Der Multivibrator kann jetzt nicht mehr schalten, weil die Basis von T 332 praktisch auf Massepotential liegt. Nimmt man nun an, der F_{0V}-Referenzträger sei in der Phasenlage festgehalten, wie sie Bild 5.57–4 b zeigt, so ergeben sich für die Zeit der Multivibrator-Sperrung die Phasenbeziehungen nach Bild 5.57–4 b und c. Dabei wäre die Spannung an R 318 einmal negativ (c) und einmal positiv (b), im Mittel ist sie aber wegen des parallelgeschalteten Kondensators C 322 gleich Null. Der Kondensator C 322 entlädt sich und hebt damit die Sperrung des Multivibrators auf. Ist die PAL-Schaltphase immer noch falsch, so lädt sich C 322 wieder positiv auf, der Multivibrator wird erneut gesperrt. Dieses Spiel wiederholt sich so lange, bis die PAL-Umschalt-Phase richtig ist. Danach sind nur noch Konfigurationen nach Bild 5.57–4 c und d möglich, wobei die Spannung an R 318 negativ ist, den Transistor T 331 sperrt und den Multivibrator nicht mehr beeinflußt. Auch hier laufen die Synchronisationsvorgänge so schnell ab, daß sie auf dem Schirmbild nicht wahrgenommen werden können.

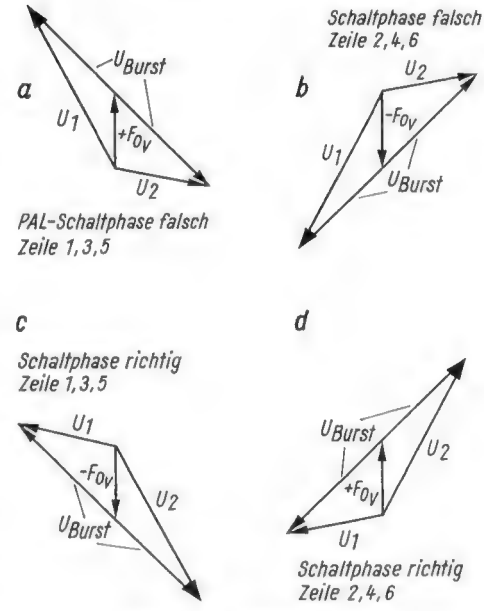


Bild 5.57–4 Zeigerdiagramme

5.58 Konvergenzschaltung

Nachdem das Entstehen von Konvergenzfehlern sowohl statischer als auch dynamischer Art im Abschnitt 5.4312 aufgezeigt und die erforderlichen Mittel zum Beseitigen dieser Fehler im Prinzip beschrieben worden sind, seien nachstehend einige praktische Schaltungsbeispiele erläutert, die in heutigen Farbfernsehgeräten angewendet werden:

Statische Konvergenz

Die statische Konvergenz der drei Farbraster wird mit drei Permanentmagneten auf dem Konvergenzsystem und dem Blaulateralmagneten auf dem Hals der Bildröhre noch bei vielen Geräten der ersten Baujahre mechanisch eingestellt. Zur Erleichterung des Service ist über den Weg je einer Magnet-

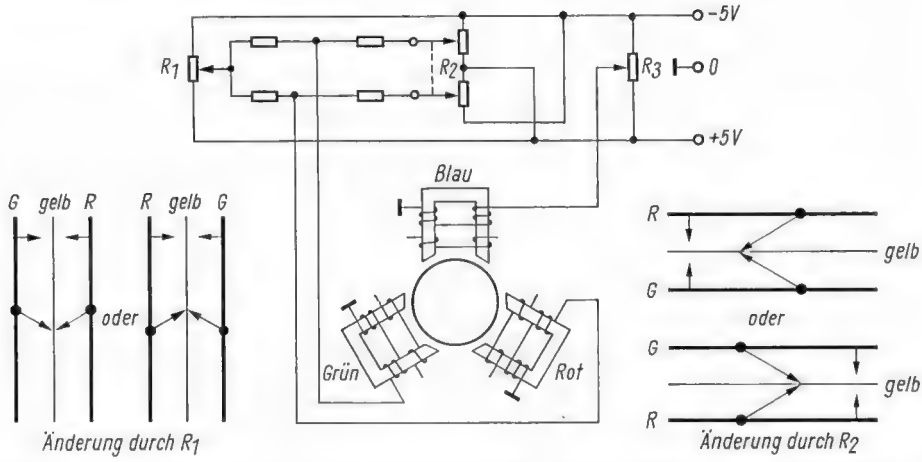


Bild 5.58-1 Prinzipzeichnung für die (matrizierte) elektrische Einstellung der statischen Konvergenz

spule im Konvergenzsystem ein elektrischer Feinabgleich vorgesehen, wobei man die Stärke des Magnetstromes mit von vorn zugänglichen Potentiometern variiert. Neuerdings ersetzt man überhaupt den mechanischen durch den elektrischen Abgleich. Für die Bildschirmkontrolle ist dann ein Spiegel nicht mehr erforderlich. Außerdem erfolgt hierbei die Linien- bzw. Rasterverschiebung in rechtwinkligen Koordinaten, d. h. man verfügt über je ein Potentiometer für die horizontale und vertikale Rot/Grün-Verschiebung. Wie die dafür erforderliche Schaltung im Prinzip aussieht, zeigt **Bild 5.58–1.** Mit dem Einsteller R_1 gleicht man den horizontalen Abstand der roten und grünen Linien aus, mit dem Einsteller R_2 wird die statische Konvergenz in vertikaler Richtung herbeigeführt. R_1 ändert die statischen Konvergenzströme gleichsinnig, R_2 gegensinnig. Für Blau kann die statische Vertikalkonvergenz über eine einfache Potentiometerschaltung mit R_3 eingestellt werden.

Bei der ersten hier zu beschreibenden Industrieschaltung **(Bild 5.58–2 a)** dient zur Versorgung eine stabilisierte Spannung von 24 V. Ein Teil davon wird am Potentiometer R 828 (10 kΩ) abgegriffen und über R 829 (1,5 kΩ) der Rot- und Grün-Konvergenzspule gemeinsam zugeführt. Die beiden freien Enden dieser Spule liegen in der Diagonalen einer Brücke, die durch R 834 (2,2 kΩ), R 833 (1 kΩ), R 832 (1,5 kΩ), R 827 (1 kΩ) und R 826 (2,2 kΩ) gebildet wird. Mit R 832 können wir das Brückengleichgewicht stören, so daß z. B. der Strom durch die Spule Gn zu- und durch die Spule Rt abnimmt oder umgekehrt. Ändern sich die Felder der beiden Spulen in demselben Sinne, dann werden die roten und die grünen Vertikal-Linien gegeneinander verschoben. Ändern sich die Felder der beiden Spulen gegenläufig, dann verschieben sich die Horizontal-Linien zueinander.

Die statische Bl-Spule befindet sich in der Diagonalen einer weiteren Brücke, wobei das eine Spulenende an dem festen Spannungsteiler R 838/839 (2 x 5,6 kΩ) liegt und das andere Spulenende an dem Schleifer des Trimmwiderstandes R 840 (10 kΩ). Mit dem letzteren kann man Stärke und Richtung des statischen Blau-Konvergenzstroms einstellen. Die horizontale statische Blauverschiebung erfolgt hierbei mit einem Permanentmagneten des Blaulateralsystems.

Eine andere Variante der statischen Konvergenzeinstellung mit Gleichströmen zeigt **Bild 5.58–3.** Im Prinzip stimmt sie für die horizontale und die vertikale Rot/Grün-Ein-

(Fortsetzung des Textes Seite 494)

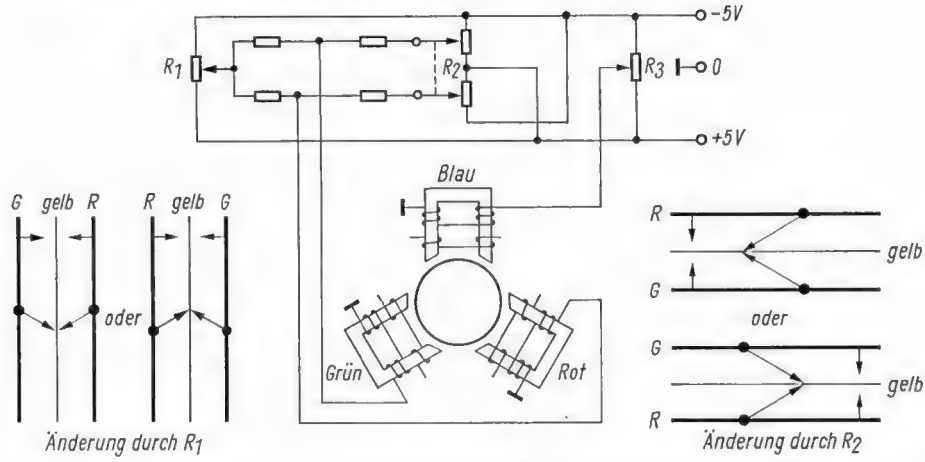


Bild 5.58-1 Prinzipzeichnung für die (matrizierte) elektrische Einstellung der statischen Konvergenz

spule im Konvergenzsystem ein elektrischer Feinabgleich vorgesehen, wobei man die Stärke des Magnetstromes mit von vorn zugänglichen Potentiometern variiert. Neuerdings ersetzt man überhaupt den mechanischen durch den elektrischen Abgleich. Für die Bildschirmkontrolle ist dann ein Spiegel nicht mehr erforderlich. Außerdem erfolgt hierbei die Linien- bzw. Rasterverschiebung in rechtwinkligen Koordinaten, d. h. man verfügt über je ein Potentiometer für die horizontale und vertikale Rot/Grün-Verschiebung. Wie die dafür erforderliche Schaltung im Prinzip aussieht, zeigt **Bild 5.58–1.** Mit dem Einsteller R_1 gleicht man den horizontalen Abstand der roten und grünen Linien aus, mit dem Einsteller R_2 wird die statische Konvergenz in vertikaler Richtung herbeigeführt. R_1 ändert die statischen Konvergenzströme gleichsinnig, R_2 gegensinnig. Für Blau kann die statische Vertikalkonvergenz über eine einfache Potentiometerschaltung mit R_3 eingestellt werden.

Bei der ersten hier zu beschreibenden Industrieschaltung **(Bild 5.58–2 a)** dient zur Versorgung eine stabilisierte Spannung von 24 V. Ein Teil davon wird am Potentiometer R 828 (10 kΩ) abgegriffen und über R 829 (1,5 kΩ) der Rot- und Grün-Konvergenzspule gemeinsam zugeführt. Die beiden freien Enden dieser Spule liegen in der Diagonalen einer Brücke, die durch R 834 (2,2 kΩ), R 833 (1 kΩ), R 832 (1,5 kΩ), R 827 (1 kΩ) und R 826 (2,2 kΩ) gebildet wird. Mit R 832 können wir das Brückengleichgewicht stören, so daß z. B. der Strom durch die Spule Gn zu- und durch die Spule Rt abnimmt oder umgekehrt. Ändern sich die Felder der beiden Spulen in demselben Sinne, dann werden die roten und die grünen Vertikal-Linien gegeneinander verschoben. Ändern sich die Felder der beiden Spulen gegenläufig, dann verschieben sich die Horizontal-Linien zueinander.

Die statische Bl-Spule befindet sich in der Diagonalen einer weiteren Brücke, wobei das eine Spulenende an dem festen Spannungsteiler R 838/839 (2 x 5,6 kΩ) liegt und das andere Spulenende an dem Schleifer des Trimmwiderstandes R 840 (10 kΩ). Mit dem letzteren kann man Stärke und Richtung des statischen Blau-Konvergenzstroms einstellen. Die horizontale statische Blauverschiebung erfolgt hierbei mit einem Permanentmagneten des Blaulateralsystems.

Eine andere Variante der statischen Konvergenzeinstellung mit Gleichströmen zeigt **Bild 5.58–3.** Im Prinzip stimmt sie für die horizontale und die vertikale Rot/Grün-Ein-

(Fortsetzung des Textes Seite 494)

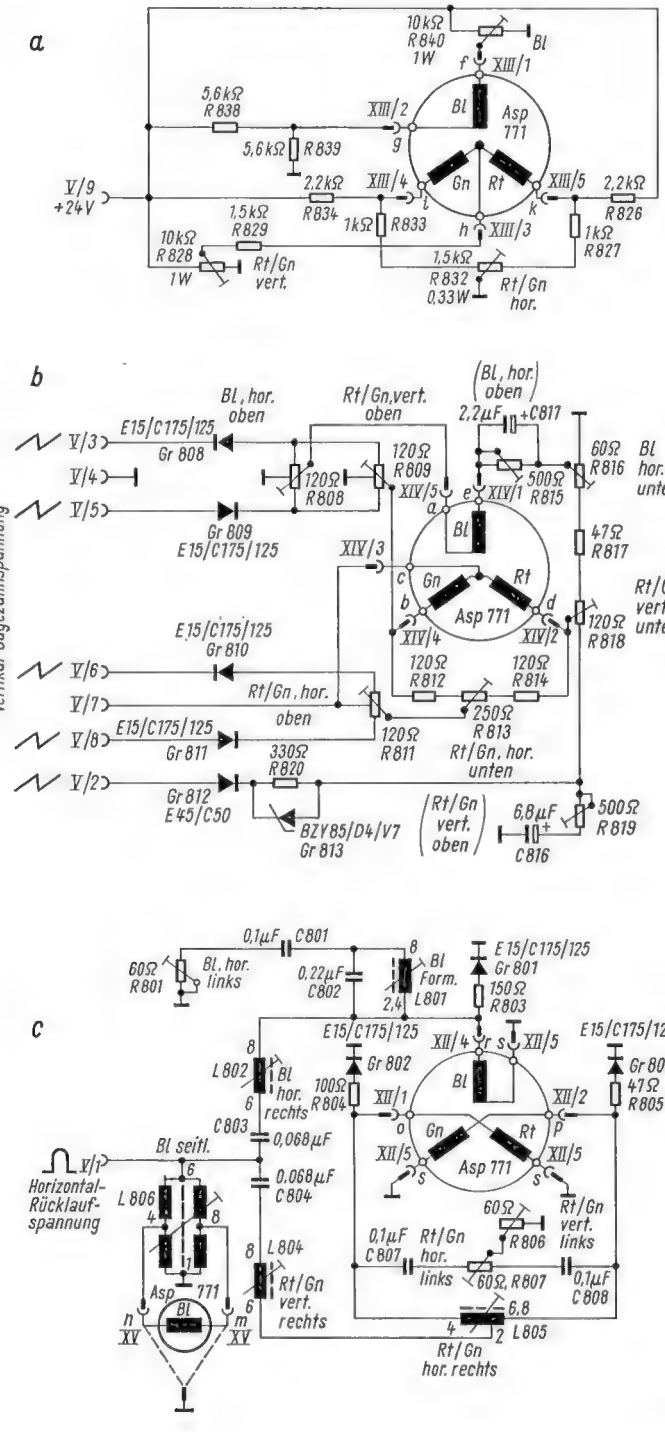


Bild 5.58–2 Industrielle Konvergenzschaltung (Chassis 709, AEG-Telefunken)

a) statische

b) vertikal – dynamische

c) horizontal – dynamische

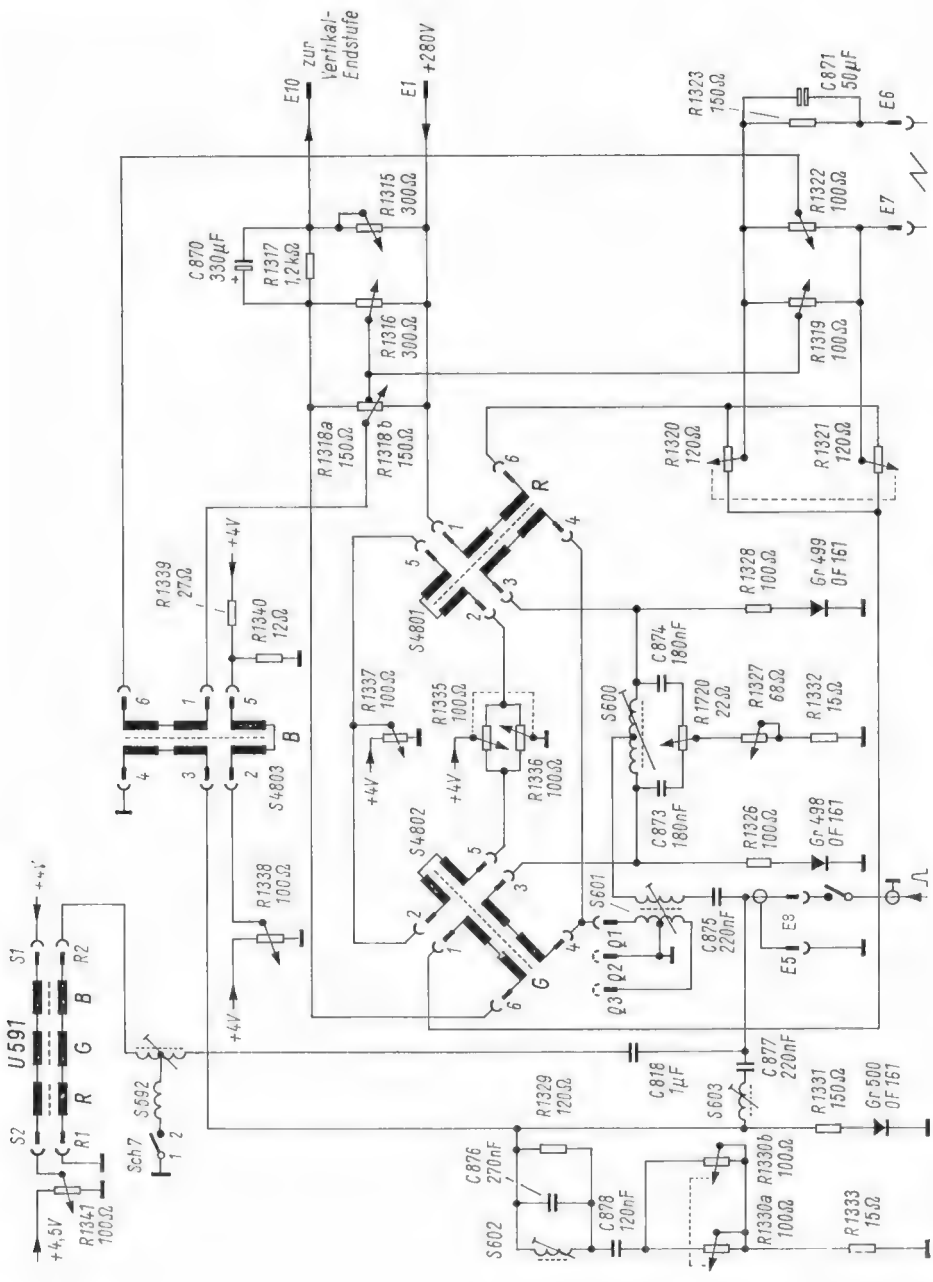


Bild 5.58–3 Konvergenzschaltung (Chassis K 7 N, Philips)

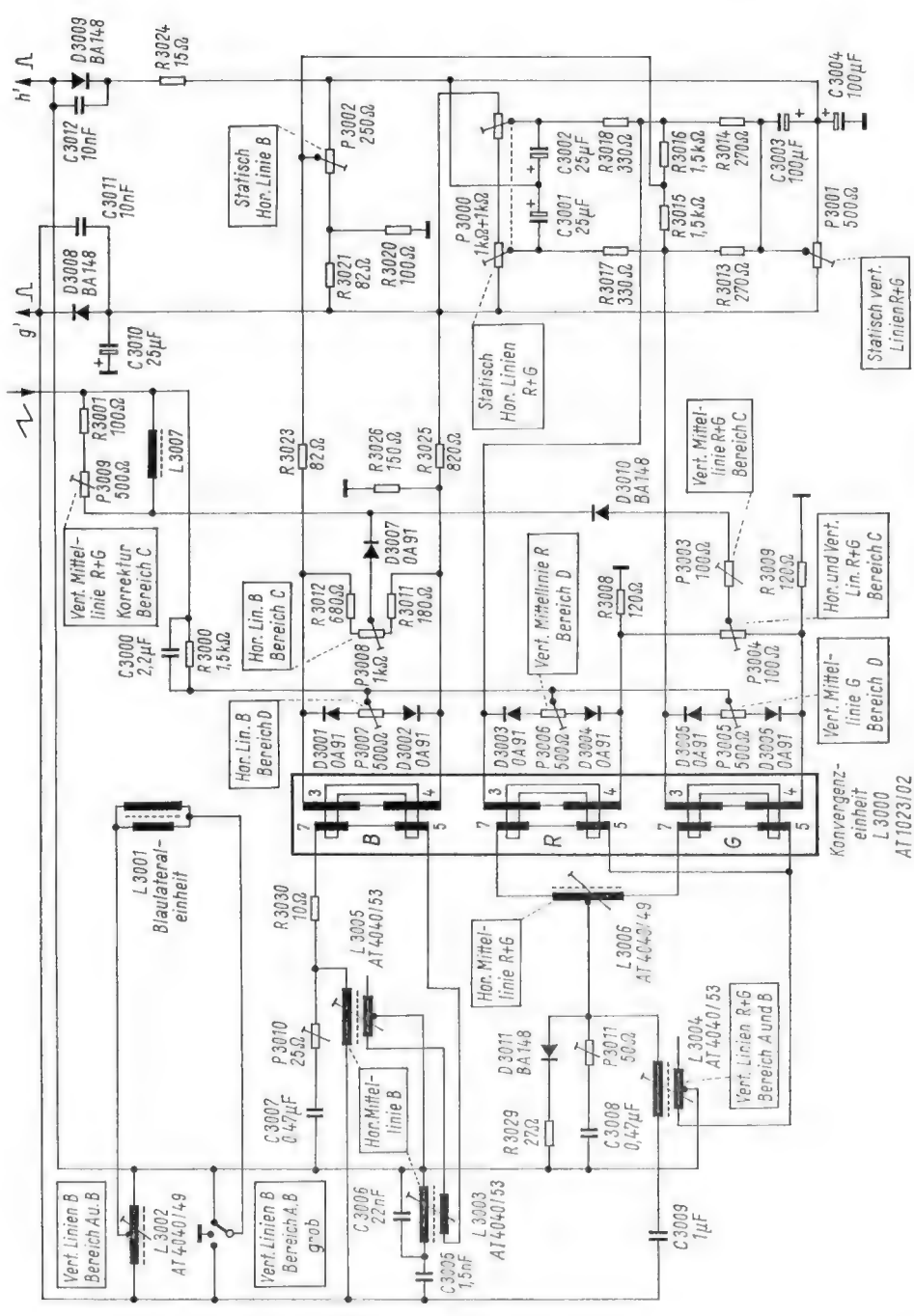


Bild 5.58–1 Konvergenzschaltung (F 911, Loewe Opta)

stellung mit der eben beschriebenen Schaltung überein, jedoch ist hier statt der beiden Brückenzweige mit Festwiderständen ein gegenläufiges Doppelpotentiometer R 1335/1336 (2 x 100 Ω) vorgesehen. Das Einstellen der statischen Blaukonvergenz ist mit dem in der vorbeschriebenen Schaltung identisch. Zur weiteren Serviceerleichterung wird auch die statische Blaulateralverschiebung mit Gleichstrom vorgenommen und nicht mit einem Permanentmagneten, der von der Rückseite zu bedienen wäre. Während das eine Ende (S 1) der Spule (im Blaulateralsystem U 591) an der festen Gleichspannung + 4 V liegt, kann dem anderen Ende (S 2) dieser Spule eine zwischen 0 und ca. 4,5 V variierbare Spannung zugeführt werden; das Einstellen erfolgt durch R 1341 (100 Ω). Hiermit ist es möglich, Stärke und Richtung des Stromes zu ändern.

Bei der Schaltung nach **Bild 5.58–4** dienen zum Verschieben des Rot-, Grün- und Blurasters Gleichströme, die man über Entkopplungswiderstände den Vertikal-Konvergenzspulen zuführt. Die dazu erforderlichen Gleichspannungen gewinnt man durch Gleichrichtung von positiven und negativen Horizontal-Hinlaufimpulsen mit den Dioden D 3008 und D 3009, weshalb diese Gleichspannungen von Netzspannungsschwankungen weitgehend unabhängig sind.

Die vertikalen roten und grünen Linien werden durch gleichsinnige Magnetfelder zur Deckung gebracht, das Einstellen des Stromes erfolgt mit P 3001.

Die horizontalen Linien des Rot- und des Grünrasters bringt man durch gegensinnige Magnetfelder zur Deckung, die Ströme hierzu variiert man mit dem Doppelpotentiometer P 3000.

Für die statische Blau-Radialkonvergenz ist – bedingt durch die Anordnung des Blau-Strahlsystems – nur ein in der Größe veränderbares Magnetfeld erforderlich (Einstellmöglichkeit mit P 3002).

Die statische Horizontalverschiebung senkrechter blauer Linien geschieht mit dem auf dem Bildröhrenhals angeordneten Blaulateralmagneten.

Dynamische Vertikalkonvergenz

Zum Verstehen der hierfür entwickelten Industrieschaltungen sei – da zuvor noch nicht grundsätzlich behandelt – eine kurze Einführung gebracht:

Die Bezeichnung *Vertikalkonvergenz* hat an sich nichts mit der Korrektur vertikaler Linien zu tun. Der Name besagt lediglich, daß die Korrekturströme dem Vertikal-Ablenkteil entnommen werden. Mit der Vertikal-Konvergenzschaltung kann man Dekkungsfehler in der Mitte des oberen und unteren Bildrandes korrigieren.

Die Schaltung nach Bild 5.58–2 **b** ist so ausgelegt, daß man die Konvergenz der oberen und unteren Bildhälfte getrennt herstellen kann, und zwar für Bl, hor, sowie für Rt/Gn, hor. und vert. Dabei beeinflußt die Einstellung der oberen Bildhälfte nicht die der unteren, so daß der Einstellvorgang nur einmal in der richtigen Reihenfolge vorgenommen zu werden braucht.

Der erforderliche Konvergenzstrom hat die Form einer Parabel (vgl. Abschnitt 5.4313); er ist mit Potentiometern für Rot, Grün und Blau einstellbar, die in der oberen und unteren Bildhälfte gleichmäßig wirken. Dieser Parabelstrom läßt sich durch Überlagern einer *Halbparabel* von positiver oder nega-

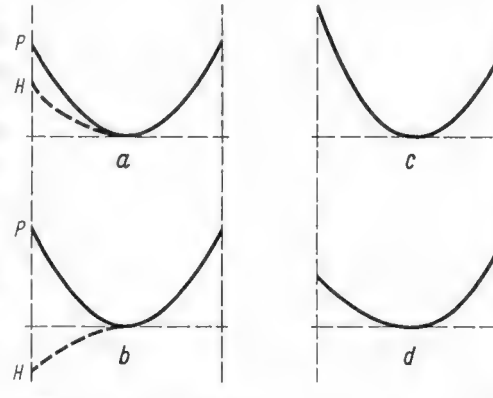


Bild 5.58–5 Durch Überlagerungen von parabel- und halbparabelförmigen Schwingungen entstehen unsymmetrische Parabelformen, bei denen der Scheitel und die eine Hälfte unbeeinflußt bleiben

tiver Polarität korrigieren, die nur in der oberen Bildhälfte wirksam ist **(Bild 5.58–5)**.

Die Steuerspannung für den Parabelstrom gewinnt man aus dem Vertikal-(Bildkipp-) Sägezahn. Die Diode Gr 812 (in Bild 5.58–2 b) trennt den negativen Rückschlagimpuls und einen Teil der negativen Halbwelle des Sägezahnes ab. Mit dem Integrationsglied R 820 R 819, C 816 verformt man den Sägezahn in eine Parabel, die man noch durch eine Z-Diode (Gr 813) – sie wird bei 4 V leitend – versteilert.

An dem Einsteller R 816 greift man einen Teil dieser Spannung für die Blaukonvergenzspule (Bl) ab. Bei Mittelstellung des Potentiometers R 808 fließt durch diese Spule ein symmetrischer parabelförmiger Strom, dessen Scheitel auf Null liegt. Das heißt, die statische Konvergenz verschiebt sich nicht, wenn man die dynamische Konvergenz einstellt. Weiterhin wird über die beiden Dioden Gr 808 und Gr 809 von einer Zusatzwicklung des Vertikaltransformators der Rückschlagimpuls und ein Teil des Sägezahnes an das Potentiometer R 808 gelegt. Wenn das Potentiometer R 816 auf Null steht, fließt nur ein halbparabelförmiger Strom in die „Blau"-spule, der in der oberen Bildhälfte wirksam ist. Dieser Korrekturstrom läßt sich mit dem Potentiometer R 808 einstellen. Da es eine geerdete Anzapfung hat, ist der Strom in der Mittelstellung des Potentiometers Null, in den übrigen Stellungen kann er positiv oder negativ sein (Bild 5.58–5).

Die Rot/Grün-Konvergenzschaltung arbeitet nach dem gleichen Prinzip, nur daß der Strom durch die Rotspule (Rt) und die Grünspule (Gn) gemeinsam einzustellen ist. Die Spulen liegen in Serie. Mit R 818 wird der Parabelstrom und mit R 809 der Halbparabelstrom durch die Serienschaltung variiert (Bild 5.58–2 b). Mit diesen Einstellern bringt man die vertikalen roten und grünen Linien am unteren und oberen Bildrand zur Deckung. Parallel zu der Serienschaltung der beiden Konvergenzspulen Gn und Rt liegt über Vorwiderstände zum Begrenzen des Einstellbereichs das Potentiometer R 813, mit dem je eine der beiden Spulen mehr oder weniger kurzgeschlossen werden kann. Damit nimmt der Strom durch die eine Spule ab und durch die andere zu. Es tritt eine gegenphasige Wirkung und damit ein Verschieben der horizontalen roten und grünen Linien am unteren Bildrand gegeneinander ein. Mit dem Potentiometer R 811 kann von einer Zusatzwicklung des Vertikaltransformators ein positiver oder negativer Halbparabelstrom in die Brückenschaltung eingespeist werden, der eine Korrektur der Konvergenz der horizontalen roten und grünen Linien am oberen Bildrand erlaubt, ohne die Einstellung am unteren Bildrand zu beeinflussen. Auch bei dieser Schaltung ist dafür gesorgt, daß im Scheitelpunkt der Parabel kein Strom durch die Konvergenzspulen fließt, das heißt, daß hier die statische Konvergenz beim Einstellen der dynamischen ebenfalls nicht beeinflußt wird.

Die Schaltungsvariante nach Bild 5.58–3 hat in der Vertikalkonvergenz gegenüber dem vorgeschriebenen Konzept einige Besonderheiten. Gemeinsam ist zunächst, daß die Sägezahn- und Parabelkomponenten getrennt einstellbar sind und die Rot/Grün-Konvergenz symmetrisch aufgebaut wurde. Als Quelle des Parabelstromes wird hier der Anodenstrom der Vertikal-Endröhre herangezogen. Er durchfließt den einstellbaren Widerstand R 1315 (300 Ω) und erzeugt an ihm einen parabelförmigen, variierbaren Spannungsabfall. Diese Spannung treibt durch die Spulen S 4801 (1/6) und S 4802 (1/6) einen parabelförmigen Strom, dessen Verteilung auf beide Spulen mit dem Potentiometer R 1316 (300 Ω) verändert werden kann. Da der über C 870 (330 µF) fließende Parabelstrom in seinem Scheitelwert nicht den Betrag Null hat, wird in Bildmitte die statische Konvergenz beeinflußt. Abhilfe schafft ein Gleichstrom geeigneter Größe, der über R 1317 (1,2 kΩ) aus dem Anodengleichstrom der Vertikal-Endröhre entnommen wird und die Verschiebung der statischen Konvergenz aufhebt. Mit den Einstellern R 1315 und R 1316 werden die beiden horizontalen und vertikalen Rot/Grünlinien am oberen und unteren Bildrand gleichzeitig zur

Deckung gebracht. Eine getrennte, sich gegenseitig nicht beeinflussende Einstellung in der oberen und unteren Bildhälfte ist hier nicht möglich.

Die weiterhin zur Konvergenzkorrektur benötigten Sägezahnanteile der Konvergenzströme liefert eine Zusatzwicklung des Vertikal-Übertragers (Anschlüsse E 6, E 7). Ihre Amplitude und Polarität ist mit dem gegenläufigen Doppelpotentiometer R 1320/1321 (2 x 100 Ω) einstellbar und die Verteilung auf die Konvergenzspulen mit dem Einsteller R 1319 (100 Ω). Eine geringfügige Vorverformung des Sägezahnstromes für eine optimale Rasterdeckung bewirkt das RC-Glied R 1323 (150 Ω) und C 871 (50 µF). Mit den beiden vorerwähnten Einstellern wird ebenfalls die Deckung der vertikalen bzw. horizontalen Rot/Grün-Linien beeinflußt.

Zur Konvergenzeinstellung der horizontalen Blaulinien am oberen und unteren Bildrand wird am Potentiometer R 1318 (2 x 150 Ω) die Parabelkomponente, am Einsteller R 1322 (100 Ω) der Sägezahnanteil abgegriffen und der Blaukonvergenzspule S 4803 (1/6) zugeführt.

In der Schaltung **Bild 5.58–4** gelangt von der aufgestockten Sekundärwicklung des Vertikal-Ausgangstransformators die Sägezahnspannung über die Parallelschaltung von L 3007 und P 3009/R 3001 an die beiden Dioden D 3007 und D 3010. Die Induktivität von L 3007 wird zu dem Zeitpunkt, in dem die Sägezahnspannung allmählich ihren Maximalwert erreicht, gesättigt, so daß sich eine entsprechende Steilheitsänderung des Sägezahnstromes ergibt. Die Größe der Steilheitsänderung kann man mit P 3009 einstellen. Die beiden Dioden D 3007 und D 3010 begrenzen den negativen Anteil des Sägezahnstromes (untere Bildhälfte). Mit P 3003 kann jetzt der Grad der Durchbiegung der senkrechten roten und grünen Mittellinien bestimmt und mit P 3009 korrigiert werden.

Die waagrechten Linien in diesem Bildschirmbereich kann man mit P 3004 zur Deckung bringen.

Zur Korrektur der entsprechenden blauen Linien im unteren Bildschirmbereich dient P 3008. Die vertikalfrequente Sägezahnspannung gelangt außerdem über das RC-Glied (C 3000/R 3000) zu den Einstellern P 3005, P 3006 und P 3007, mit denen die vertikale rote, grüne sowie die horizontale Linie im oberen mittleren Bildschirmbereich zur Deckung gebracht werden können.

Dynamische Horizontalkonvergenz

Der Name bedeutet, daß die Korrekturströme der Horizontal-Ablenkschaltung entnommen werden. Mit der Horizontal-Konvergenzschaltung kann man alle Fehler am rechten und linken Bildrand korrigieren. Es müssen dafür drei eigene Spulenpaare des Konvergenzsystems benutzt werden, weil für die Horizontalfrequenz von rd. 16 kHz der induktive Widerstand der Vertikal-Konvergenzspulen zu hoch ist. Außerdem läßt sich so eine einfache, gleichstrommäßige Trennung der beiden Schaltungen erreichen.

Für die Horizontalkonvergenz ist ein nahezu parabelförmiger Strom in den Konvergenzspulen erforderlich. Dieser läßt sich am einfachsten aus dem Horizontal- (Zeilen-) Transformator entnehmen, wenn die Konvergenzspulen und ein Zusatzkondensator auf die Zeilenfrequenz abgestimmt sind.

Die Arbeitsweise läßt sich am besten anhand der Schaltung für die Blau-Konvergenzspule (Bl) erklären (Bild 5.58–2 **c**). Der Kondensator C 803 dient zur gleichstrommäßigen Entkopplung. Am Eingang der Schaltung liegt der zeilenfrequente Rückschlagimpuls von 250 V_{ss}. Er bewirkt einen fast sägezahnförmigen Strom durch die Spule L 802, so daß am Belastungswiderstand R 803 eine annähernd sägezahnförmige Spannung entsteht (siehe **Bild 5.58–6 a**). Die Höhe dieser Spannung ist mit der Spule L 802 einstellbar. Die Blau-Konvergenzspule (Bl) bildet mit dem Kondensator C 801 einen auf die Zeilenfrequenz abgestimmten Kreis, der sich mit dem Potentiometer R 801 (60 Ω) dämpfen läßt. Je nach dem eingestellten Wert des Dämpfungswiderstandes fließt durch die Konvergenzspule ein nahezu sinus- oder parabelförmiger Strom, dessen Größe sich für die Auswirkung der Konvergenz am linken

Bildrand mit R 801 beeinflussen läßt. Die Gesamtamplitude des Stromes ist mit der Spule L 802 einstellbar. Durch den Kreis L 801/C 802 – er ist auf etwa 31,25 kHz abgestimmt – wird die Kurvenform in der Mitte korrigiert, so daß sich die Stromkurve besser der Parabelform annähert. Bild 5.58–6 zeigt, wie sich durch Überlagerung der beiden Spannungsfunktionen der Gesamtstrom korrigieren läßt.

Durch den Gleichrichter Gr 801 (Bild 5.58–2 c) fließt in der positiven Halbwelle der Spannung ein Strom, der den Kondensator C 803 negativ auflädt. Der Konvergenzstrom wird durch diese „Niveauhalte-Schaltung" so verschoben, daß der Scheitel der Parabel – unabhängig von der Stellung der Potentiometer – auf Null liegt. Es ergibt sich dadurch der Vorteil, daß nach dem Einstellen der Horizontalkonvergenz die vorher statisch eingestellte Mitte nicht noch einmal korrigiert werden muß.

Die horizontale Rot/Grün-Konvergenz ist wie die Vertikalkonvergenz auf rechtwinklige Koordinaten bezogen. Der Strom durch die Rot- und Grünspule wird also wieder gemeinsam eingestellt. Die übrige Schaltung arbeitet wie die Blau-Konvergenzschaltung, nur fehlt hier der Kreis L 801, C 802 zur Korrektur der Parabelform. Mit der Spule L 804 wird für Rot und Grün gemeinsam die Amplitude der Parabel und damit die Dekkung der vertikalen Linien am rechten Bildrand eingestellt. Mit der Spule L 805 läßt sich der Strom durch die eine Spule vergrößern und durch die andere verkleinern. Diese gegenphasige Verschiebung von Rot und Grün verändert die Farbdeckung für horizontale Linien.

Mit dem Potentiometer R 807 (Bild 5.58–2 c) kann die Dämpfung gegenphasig und mit R 806 die Gesamtdämpfung variiert werden. Damit ist die Farbdeckung der horizontalen und vertikalen Rot/Grün-Linien am linken Bildrand einstellbar.

Die Schaltung nach Bild 5.58–3 arbeitet ähnlich der nach dem vorbeschriebenen Konzept. Der Unterschied liegt im wesentlichen in der Blaukonvergenz, wobei der Stromanteil mit der doppelten Zeilenfrequenz diesmal durch einen zur Blau-Konvergenzspule S 4803 (3/4) parallel liegenden Schwingkreis S 602, C 876 (270 nF) und R 1329 (120 Ω) erzeugt wird. Die Amplitude des Gesamtstromes ist mit S 603 einstellbar und der Sägezahnanteil mit R 1330 a/b (je 100 Ω). Die Diode Gr 500 (OF 161) sorgt für die „Niveauhaltung" in der Bildmitte. Wegen der symmetrischen Bildfehler bei Rot und Grün ist auch hier die Schaltung für die gemeinsame Korrektur der Konvergenz ausgelegt. Den Gesamtstrom durch beide Konvergenzspulen S 4801 (3/4) und S 4802 (3/4) bestimmt die einstellbare Spule S 601, die Verteilung dieses Stro-

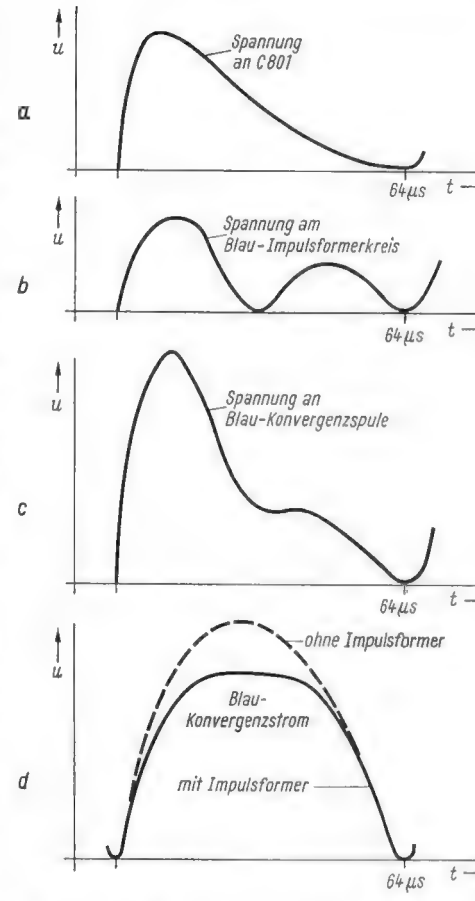


Bild 5.58–6 Spannungen und Ströme der Blau-Konvergenzschaltung

mes die Spule S 600 und die gegenphasige Dämpfung das Potentiometer R 1720 (22 Ω). Letztlich ist die Gesamtdämpfung durch die Widerstände R 1332 (15 Ω) und R 1327 (68 Ω) gegeben. Die Dioden Gr 498 und 499 (OF 161) sorgen mit ihren Vorwiderständen R 1326 bzw. 1328 (100 Ω) neben einer Formkorrektur des Konvergenzstromes dafür, daß die dynamische Korrektureinstellung die statische Konvergenz nicht beeinflußt.

Die für die gesamte Horizontalkonvergenz notwendige Steuerspannung wird dem Horizontaltransformator entnommen und über die Steckverbindung E 8 zugeführt. Um die vertikalen Blaulinien am rechten und linken Bildrand mit den korrigierten Rot/Grünlinien zur Deckung zu bringen, ist noch eine einstellbare dynamische Blaulateralkorrektur erforderlich. Der annähernd sägezahnförmige Strom, dessen Polarität umkehrbar sein muß, wird mit der Spule S 592 aus der vom Horizontaltransformator kommenden Impulsspannung abgeleitet. Die einstellbare Spule S 592 wirkt – wenn der Schalter Sch 7 nicht geschlossen ist – als Vorschaltinduktivität, bei geschlossenem Schalter als Transformator für die Phasenumkehr.

In der Schaltung Bild 5.58–4 werden die für die Horizontalkonvergenz erforderlichen horizontalfrequenten Korrekturströme ebenfalls mit Hilfe der am Horizontaltransformator abgenommenen Rücklaufimpulse gewonnen. Die Korrekturströme für das Rot- und Grünraster sind genau wie bei der statischen Konvergenz kombiniert. Die gegenläufige parabelförmige Durchbiegung der roten und der grünen horizontalen Mittellinien erreicht man durch Induktivitätsänderung von L 3006.

Um eine Deckung der senkrechten roten und grünen Linien am rechten und am linken Bildrand zu erreichen, kann man den Scheitelwert des Parabelstroms in bezug auf seine Phasenlage und seine Amplitude mit P 3011 und L 3004 einstellen.

Der Konvergenzstrom zur Korrektur der horizontalen blauen Mittellinie wird ähnlich erzeugt. Mit P 3010 und L 3005 lassen sich die Lage und die Amplitude des Parabelstroms verändern. Überlagert wird dieser Parabelstrom durch den Strom eines auf die zweifache Horizontalfrequenz abgestimmten Schwingkreises mit L 3003 und C 3006. Hierdurch erreicht man eine Abflachung des Parabelscheitels und eine größere Steigung der Parabeläste (vgl. Bild 5.58–6).

Um eine Deckung der senkrechten blauen Linien mit den senkrechten roten und grünen Linien am rechten und linken Bildrand herbeizuführen, wird durch die an der Blaulateraleinheit angebrachten Spulen ein entsprechender horizontalfrequenter Sägezahnstrom geschickt. Seine Amplitude läßt sich mit L 3002, seine Richtung durch Umschalten seiner beiden parallel liegenden Wicklungen erzielen.

Letztlich sei darauf hingewiesen, daß eine X-förmige Abweichung der roten und der grünen Horizontallinien, bedingt durch mechanische Toleranzen der Ablenkeinheit, mit Hilfe einer Symmetrierspule, die elektrisch zwischen den beiden Horizontalablenkspulen liegt, ausgeglichen werden kann.

5.59 Hochvolt-Netzteile

Leistungsstufen, insbesondere Endstufen für Horizontal- und Vertikalablenkung, sind in den Farbfernsehgeräten bisher ausschließlich mit Röhren bestückt. Die für ihren Betrieb erforderlichen Gleichspannungen liegen deshalb über 200 V. Die Auslegung der hierfür erforderlichen Netzteile hängt sehr stark vom Konzept der Horizontal-Endstufe und der Hochspannungserzeugung ab (vgl. Abschnitt 5.442).

Bei der Zwei-Transformatoren-Schaltung kommt man mit 260 ... 280 V aus, so daß hier wie bei SW-Geräten eine normale Einweggleichrichtung der Netzspannung genügt. Wegen des hohen Strombedarfs werden dann aber zwei Siliziumgleichrichter parallelgeschaltet oder zwei Stromkreise mit gesonderten Gleichrichtern gebildet. **Bild 5.59–1** zeigt einen typischen Fall mit zwei parallelgeschalteten Gleichrichtern (Gr 461 bzw. 462), denen zur Strombegrenzung jeweils ein NTC-Widerstand vorgeschaltet wurde. Hinter dem Ladekondensator C 623 schließen

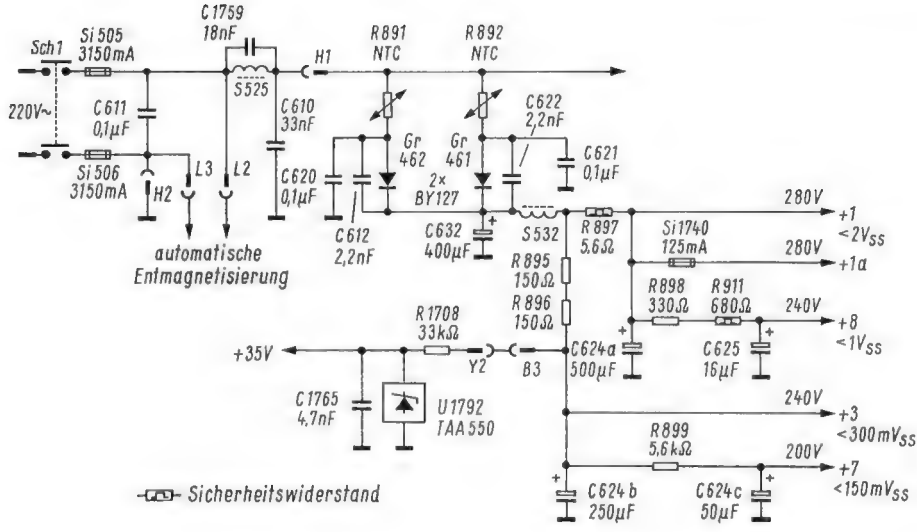


Bild 5.59–1 280-V-Netzteil (K 7 N-Chassis, Philips)

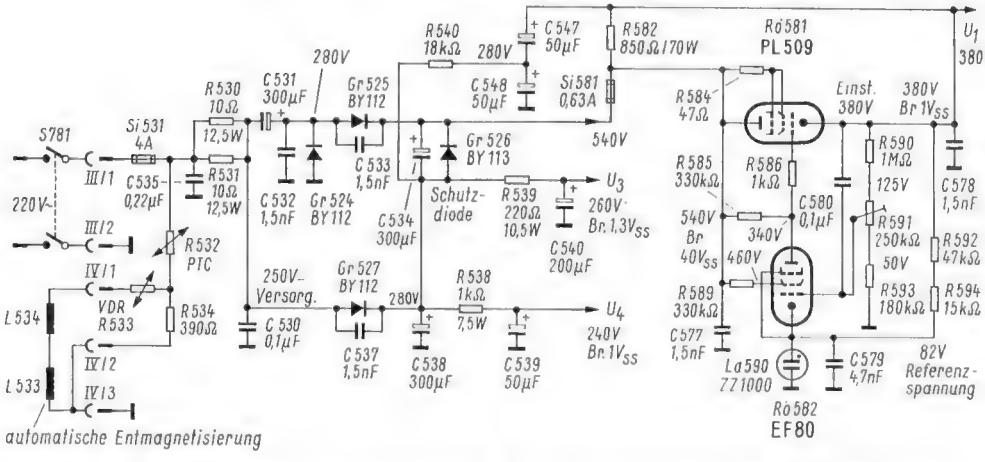


Bild 5.59–2 380-V-Netzteil mit elektronischer Stabilisierung (Chassis 708, AEG-Telefunken)

sich die verschiedenen RC-Siebketten für die einzelnen Verbraucher an, wobei die Siebwiderstände oft die Funktion von Sicherungen („Sicherungswiderstände") übernehmen. Kleine, stabilisierte Spannungen gewinnt man mit Z-Dioden oder – wie hier – mit dem integrierten Schaltkreis U 1792 (TAA 550). Typisch für diese Art von Netzteilen sind die relativ großen Kapazitäten der Lade- und Siebkondensatoren.

Für die Ein-Transformator-Schaltung mit Ballasttriode reicht eine Betriebsspannung von 280 V nicht aus, um die benötigte Ablenk- und Hochspannungsleistung lediglich aus einer Röhre zu beziehen; man müßte – da es keine leistungsfähigeren Horizontal-Endröhren gibt – deren zwei parallelschalten oder – was der bessere Weg ist – zur Steigerung des Wirkungsgrades der Horizontal-Endstufe eine höhere Betriebsspan-

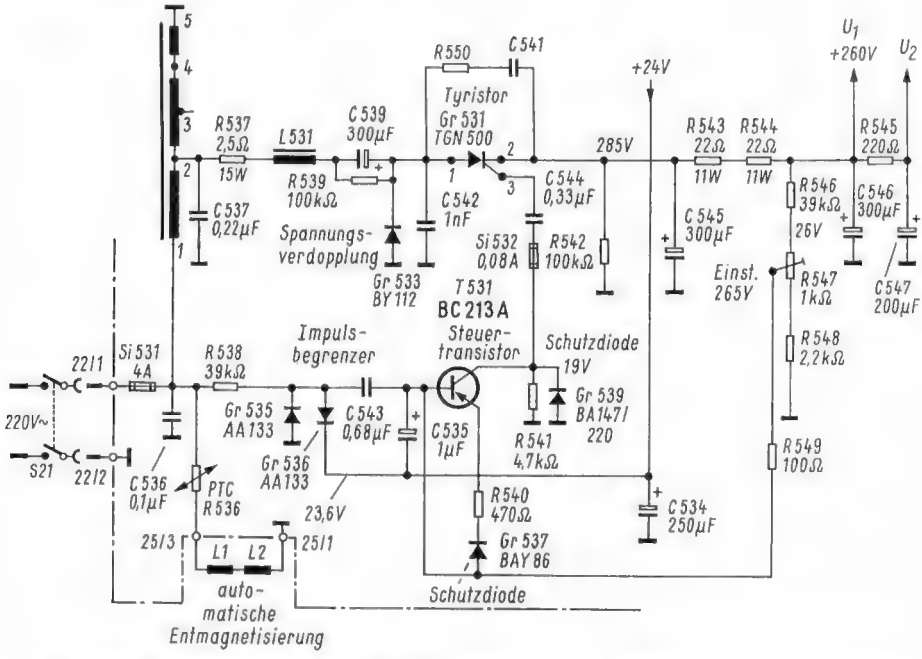


Bild 5.59–3 260-V-Netzteil mit Thyristorstabilisierung (Chassis 709, AEG-Telefunken)

nung (z. B. 380 V) wählen. Hierzu ist eine Spannungsverdopplung – wie sie schon in Abschnitt 5.442 erklärt wurde – erforderlich. Da aber in diesem Fall zwischen 380 V und den aus der Verdoppelung zur Verfügung stehenden 540 V eine relativ große Differenzspannung zur Siebung benutzt werden kann, bietet sich eine elektronische Stabilisierung an. Neben der Unabhängigkeit von Netzspannungsschwankungen (sehr stabiles Bildformat) gewinnt man den Vorteil einer Brummkompensation. **Bild 5.59–2** zeigt ein solches Netzteil. Der Schubkondensator C 531 bildet mit Gr 524 die erste und der Gleichrichter Gr 525 mit dem Ladekondensator C 534/538 die zweite Stufe des Verdopplers. Um normale 350-V-Elektrolyt-Kondensatoren verwenden zu können, sind hier zwei Kondensatoren in Reihe geschaltet, wobei die richtige Spannungsverteilung auf beide durch den Einweggleichrichter Gr 527 erzwungen wird. (Die Diode Gr 526 schützt lediglich den Elektrolytkondensator C 534, damit an ihm bei Kurzschluß von U_1 oder Ausfall von Gr 524 bzw. 525 keine Gleichspannung mit falscher Polarität auftreten kann.) Die Röhre 581 (PL 509) arbeitet als regelbarer Längswiderstand, der in seiner Größe von der Ausgangsspannung gesteuert wird. Als Spannungsnormal dient der Glimmstabilisator La 590 (ZZ 1000), dessen Brennspannung von 82 V mit der Ausgangsspannung verglichen wird. Ändern sich die 380 V durch wechselnde Belastung oder Netzspannungsschwankungen, so wird die Röhre 581 über den Differenzverstärker (Röhre 582) derart gesteuert, daß sich wieder 380 V am Ausgang einstellen. Gleiches gilt auch für die Brummspannung, die voll über C 580 an das Gitter der Röhre 582 gelangt und sich selbst über den Regelmechanismus weitgehend kompensiert. Deshalb ist hier auch nur ein relativ kleiner Siebkondensator [25 µF (resultierend aus der Reihenschaltung von C 547 und C 548)] erforderlich. Ein parallel zur Längsröhre 582 geschalteter Widerstand R 582 entlastet sie, so daß nur ein Teil des Stromes den

Regelkreis durchfließt. Mit dem Trimmwiderstand R 591 wird die Ausgangsspannung auf den geforderten Wert von 380 V eingestellt.

Eine weiter entwickelte Variante des elektronisch geregelten Netzteils setzt die überflüssige Energie nicht in Wärme um (wie z. B. in der Längsröhre nach Bild 5.59–2), sondern benutzt zum Stabilisieren der Versorgungsspannung einen Thyristor. Dies ist ein Siliziumgleichrichter, der – wie das Thyratron – über einen Zündimpuls eingeschaltet, aber nicht wieder ausgeschaltet werden kann. Durch Wahl des richtigen periodischen Einschaltzeitpunktes ist die Energie derart dosierbar, daß am Ausgang eine weitgehend lastunabhängige Spannung zur Verfügung steht. Eine praktische Ausführung, die eine Ausgangsspannung von 260 V für ein Ein-Transformator-Konzept mit Kaskade liefert, zeigt **Bild 5.59–3.** Auch hier wird eine Verdopplerschaltung (C 539, Gr 533, Gr 531 und C 545) benutzt, deren Eingangsspannung – von einem Autotransformator abgegriffen – ca. 170 V beträgt. Der normale Gleichrichter in der zweiten Verdopplerstufe ist in dieser Schaltung durch einen Thyristor (Gr 531) ersetzt. Wird an seinem Anschluß 3 (Gate = Tor) ständig eine gegenüber seiner Katode (Pkt. 2) positive Spannung gelegt, funktioniert alles wie bei einem normalen Verdoppler mit zwei Dioden. Ist dagegen die Gatespannung eine periodische Impulsspannung, so kann der Thyristor Gr 531 gegenüber der an seiner Anode (Pkt. 1) liegenden Wechselspannung „verspätet" eingeschaltet werden; er arbeitet dann nur noch so lange in Durchlaßrichtung, wie die Wechselspannung an Pkt. 1 „positiver" ist als die Gleichspannung an Pkt. 2: Gegenüber einem normalen Gleichrichter wird nur ein Teil der positiven Halbwelle ausgenutzt, man spricht hier von *Phasenanschnittssteuerung.* Die erforderlichen Zündimpulse liefert der pnp-Transistor T 531 (BC 213 A), und der Zündzeitpunkt wird durch Vergleich einer konstanten Gleichspannung (+ 24 V) am Emitter dieses Transistors mit einer durch Gr 535/536 gewonnenen trapezförmigen 50-Hz-Wechselspannung bestimmt. Da die Basisvorspannung von T 531 außerdem von der Ausgangsspannung U_1 des Netzteils (über den Teiler R 546, 547 und 548) abhängig ist, wird der Zündzeitpunkt auch noch von U_1 derart beeinflußt, daß U_1 immer einen nahezu konstanten Wert einhält.

5.510 Integrationsmöglichkeiten

Die Vielzahl der in einem Farbfernsehempfänger anzuwendenden Transistoren und Dioden wird künftig in zunehmendem Maße in integrierten Schaltungen zusammengefaßt. Neben dem Vorteil für die Fertigung, durch ein Bauteil ganze Stufen ersetzen zu können, profitieren Kunde und Service von der weit größeren Zuverlässigkeit dieser „IS" (engl. IC) bzw. der Service selbst von der leichteren Fehlerbestimmung.

Den Anfang bei der Integration bilden die Ton-Zf-Verstärker und -Demodulatoren. Die entsprechenden IS enthalten eine Reihe von Begrenzern, Demodulatoren verschiedener Arten sowie oft noch einen Nf-Vorverstärker. Als Beispiele seien hier unter den derzeitig etwa 20 Typen angeführt:

TAA 640 (Valvo)
TAA 710 (ITT)
TAA 930 (Telefunken)
TBA 120, TBA 120 S (Siemens)
ULN 2111 A (Sprague)

Künftige Generationen von Farbfernsehgeräten werden speziell in den Farbstufen weitere IS enthalten. So können zusammengefaßt werden:

Synchrondemodulatoren und PAL-Umschalter (TAA 630, TBA 520 Valvo), evtl. zusätzlich mit RGB-Matrix (TBA 530, Valvo)
Als Vorschlag für die Kombination Farbartverstärker mit ACC, Farbabschalter und Burstaustastung ist von Valvo der Typ TBA 510 bekannt geworden.

Für besonders zu stabilisierende Spannungen, z. B. die Abstimmspannung der Elektroniktuner, verwendete man bisher Z-Dioden, deren Temperaturkoeffizient recht umständliche Kompensationsmaßnahmen erfor-

derte. Auch hier werden nun IS eingesetzt, die eine wesentlich stabilere und weitgehend temperaturunabhängige Spannung liefern:

TAA 550 (Valvo)
TAA 940 (Telefunken)
ZTK 33 (ITT)

Einer weiteren Integration von Empfängerstufen sind praktisch keine Grenzen gesetzt; so wird erwogen, auch kleinere Nf-Verstärker bis ca. 4 W mit Vorstufe zu kombinieren, z. B. MC 1316 (Motorola) und TAA 621 (SGS). Entscheidend bei diesen Bestrebungen sind aber immer der ökonomische Integrationsgrad, die Zuverlässigkeit (z. B. bei größeren Leistungsstufen) und nicht zuletzt die Kosten.

5.511 Schaltungen für Sonderaufgaben

Nachfolgend werden in einigen Varianten Schaltungsgruppen für Sonderzwecke beschrieben, z. B. solche, die den Einfluß äußerer Magnetfelder auf die Farbwiedergabe verhindern, die Bildwiedergabe subjektiv noch etwas verbessern und die wertvolle Farbbildröhre vor Überlastungen schützen.

Entmagnetisierung

Es wurde schon gesagt, daß die Lochmaske der Bildröhre vor jeder Inbetriebnahme des Empfängers automatisch zu entmagnetisieren ist, damit nicht etwa ein dort wirkendes Fremdfeld die Farbreinheit beeinflußt. Zur Entmagnetisierung dient ein langsam abklingendes 50-Hz-Wechselfeld, das ein die Bildröhre einschließendes Spulenpaar (Bildröhren-Entmagnetisierungsspule) erzeugt.

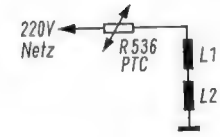


Bild 5.511–1 Automatische Entmagnetisierung (Chassis 709, AEG-Telefunken)

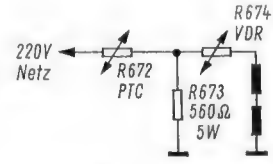


Bild 5.511–2 Automatische Entmagnetisierung (T 1100, Grundig)

Die einfachste Schaltung zeigt **Bild 5.511–1.** In Reihe zu den am Netz liegenden Entmagnetisierungsspulen L 1, L 2 befindet sich ein PTC-Widerstand (R 536), der seinen Wert durch die eigene Verlustwärme stark erhöht und damit allmählich (in 3 ... 5 Sekunden) den Spulenstrom bis auf einen kleinen Restwert herabsetzt. Eine zusätzliche Fremdheizung des PTC-Widerstandes mit der Wärme eines Sieb-Widerstandes aus dem Netzteil unterstützt diesen Vorgang.

Eine andere Möglichkeit, den Reststrom unter einem die Bildwiedergabe nicht mehr beeinflussenden Wert zu halten, zeigt **Bild 5.511–2.** Auch hier vermindert ein PTC-Widerstand (R 672), wie im vorerwähnten Beispiel, den Spulenstrom allmählich, doch sobald der Spannungsabfall an R 673 (560 Ω) einen gewissen Wert unterschreitet, erhöht sich der Widerstand des VDR sehr stark und „schaltet" damit die Spulen praktisch ab. Der

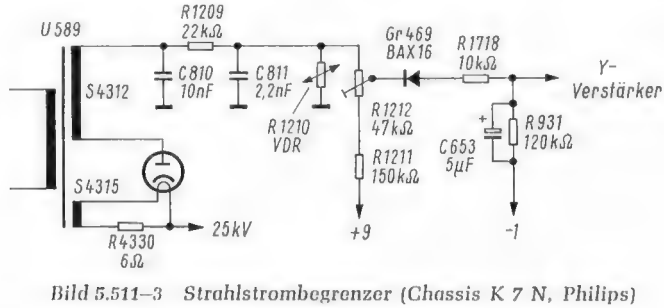


Bild 5.511–3 Strahlstrombegrenzer (Chassis K 7 N, Philips)

über R 673 fließende Reststrom sorgt für die dauernde Eigenerwärmung des PTC-Widerstandes.

Strahlstrombegrenzung

Der maximal zulässige mittlere Strahlstrom der heutigen Farbbildröhren beträgt 1,5 mA. Da von ihm einmal die Lebensdauer der Bildröhre abhängt, aber auch über die die Lochmaske aufheizende Verlustwärme die Farbreinheit stark beeinflußt wird, sind in fast allen Farbfernsehgeräten Strahlstrombegrenzer vorgesehen. Hiermit verhindert man, daß weder durch Bauteiltoleranzen noch durch Fehleinstellungen des Kunden die Bildröhre in einem unzulässigen Belastungsbereich betrieben wird.

Die Stellgröße für den Strahlstrombegrenzer kann einmal aus dem Strahlstrom selbst, aber auch aus dem Betriebsstrom der die Hochspannung erzeugenden Stufe abgeleitet werden. **Bild 5.511–3** zeigt zunächst eine Ausführung der ersten Variante. Am „kalten" Ende der Hochspannungswicklung S 4312 liegt im Bildröhrenstromkreis der VDR, Position R 1210. An ihm fällt eine vom Strahlstrom abhängige, gegen Masse negative Spannung ab. Am Trimmwiderstand R 1212 (47 kΩ), der über R 1211 (150 kΩ) mit dem Pluspol einer Gleichspannungsquelle verbunden ist, kann ein Teil dieser negativen Regelspannung abgegriffen und über die Diode Gr 469 in den Y-Verstärker eingekoppelt werden. Bei Normalbetrieb ist die Diode gesperrt, doch sobald der Strahlstrom und damit die vorerwähnte Regelspannung den mit R 1212 eingestellten Wert überschreitet, wird Gr 469 leitend und die Helligkeit der Bildröhre über den Y-Verstärker reduziert.

Die zweite Schaltungsvariante (Ableitung der Stellgröße aus der Horizontalendstufe) zeigt **Bild 5.511–4**. Da die Ablenkleistung konstant ist, verändert nur die wechselnde Belastung der Hochspannungsquelle den Spannungsabfall am Katodenwiderstand R 493 (6,8 Ω) der Horizontal-Endröhre V 471 (PL 509). Über den mit R 512 (250 Ω) in seinem Arbeitspunkt einstellbaren Gleichspannungs-

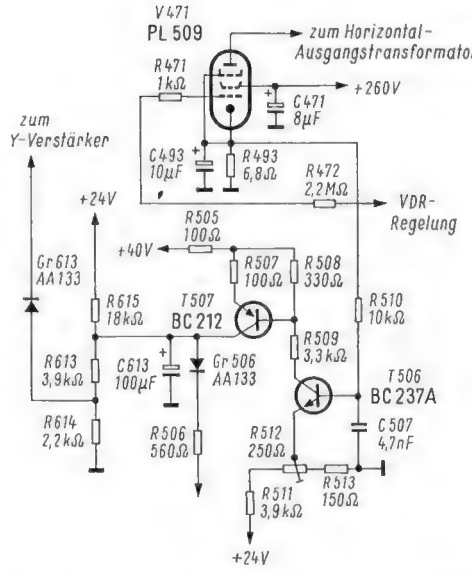


Bild 5.511–4 Strahlstrombegrenzer und Überstromschutzschaltung (Chassis 709, AEG-Telefunken)

verstärker mit den Transistoren T 506 (BC 237 A) und T 507 (BC 212) sowie die Verzögerungsdiode Gr 613 (AA 133) wird diese Regelspannung ebenfalls in den Y-Verstärker eingekoppelt. Überschreitet infolge eines nicht zulässigen Strahlstroms die Spannung an R 493 einen gewissen Wert, der durch die Einstellung von R 512 vorgegeben ist, so vermindert sich die Kollektorspannung an T 507 derart, daß die positive Vorspannung der Diode Gr 613 aufgehoben und der Arbeitspunkt des Y-Verstärkers heruntergeregelt wird und damit auch der Strahlstrom der Bildröhre.

Überstromschutzschaltung

Die in Bild 5.511–4 gezeigte und unter der Überschrift „Strahlstrombegrenzer" beschriebene Schaltung erfüllt noch eine weitere, mindestens ebenso wichtige Funktion des Überstromschutzes. Hierdurch sind alle jene Bauteile geschützt, die z. B. bei Kurzschluß in Video- oder Farb-Endstufen Gefahr laufen, überlastet und zerstört zu werden: die Bildröhre selbst (die Strahlstrombegrenzung

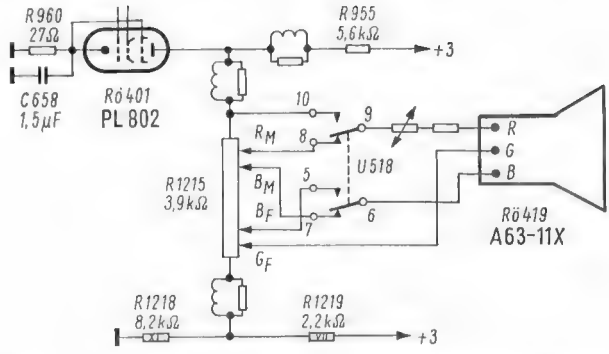


Bild 5.511–5 Weißpunktumschaltung (Chassis K 7 N, Philips)

fällt aus, da der Y-Verstärker nicht mehr arbeitet), die Horizontal-Endstufe, die Hochspannungskaskade sowie das Netzteil selbst. Die Funktion des Überstromschutzes ist im Prinzip die gleiche wie bei der Strahlstrombegrenzung. Steigt der Spannungsabfall am Katodenwiderstand der Horizontal-Endröhre überproportional an und damit auch die Kollektorspannung von T 507, so wird nunmehr eine zweite Verzögerungsdiode, Gr 506 (AA 133), entsperrt und eine Stellgröße über R 506 (560 Ω) direkt in das elektronisch geregelte Netzteil (vgl. Abschnitt 5.59, Bild 5.59–3) an R 548 (2,2 kΩ) eingekoppelt.

Als Folge hiervon sinkt die Betriebsspannung der Horizontal-Endstufe von ursprünglich 260 V auf einen so niedrigen Wert, daß keine weiteren Schäden auftreten können.

Weißpunktumschalter

Die Erfahrungen beim SW-Fernsehen zeigen, daß eine leicht bläuliche Schirmfarbe den Bildkontrast subjektiv größer erscheinen

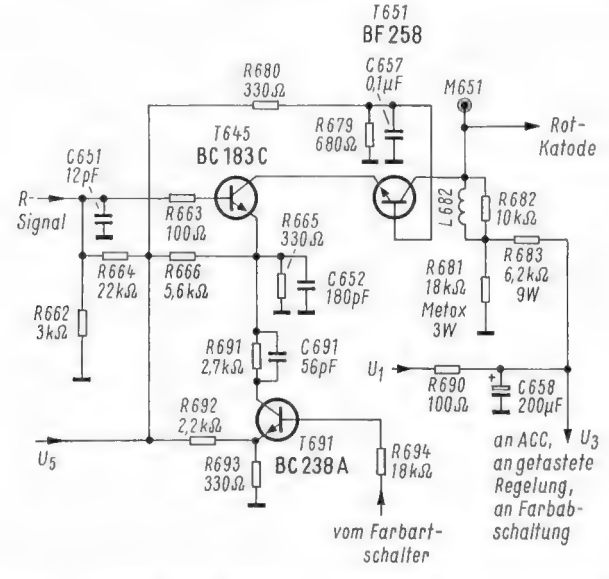


Bild 5.511–6 Weißpunktumschaltung (Chassis 709, AEG-Telefunken)

läßt. Auf das Farbfernsehen übertragen, würde aber bei leicht bläulicher Grundeinstellung (SW-Wiedergabe) der Farbeindruck bei Farbwiedergabe zu sehr verfälscht. Besonders kritisch sind hierbei die Hautfarben. Subjektiv angenehm dagegen ist bei Farbwiedergabe eine geringfügig rötliche Grundeinstellung. Es liegt nahe, diesen psychologischen Empfindungen durch eine automatische Umschaltung des „Weißpunktes" von bläulich (bei SW-Wiedergabe) auf rötlich (bei Farbwiedergabe) entgegenzukommen.

Als Kriterium wird das Vorhandensein des Burstes bzw. die Schaltspannung des Farbabschalters herangezogen.

Bild 5.511–5 zeigt eine Ausführungsform, bei der – wegen der FD-Ansteuerung der Bildröhre – die Katodenspannungen verändert werden. Das in der Diagonalen einer Brücke – gebildet aus Y-Endröhre Rö 401 (PL 802), Anodenwiderstand R 955 (5,6 kΩ) für den einen Zweig und R 1218 (8, 2 kΩ) sowie R 1219 (2,2 kΩ) für den anderen Zweig – liegende Potentiometer R 1215 hat vier Schleifer, zwei für die Blaukatode (B_M bzw. B_F) und je einen für die Rot (R_M)- bzw. Grünkatode (G_F). Während das Grünsignal sowohl bei SW- als auch Farbwiedergabe konstant gehalten wird, schaltet das vom Farbabschalter betätigte Relais U 518 die Blaukatode bei SW-Wiedergabe auf den Abgriff B_M (stärkeres Signal) und die Rotkatode auf den Abgriff R_M (schwächeres Signal) um: der Bildeindruck ist leicht bläulich. Der umgekehrte Vorgang gilt für Farbwiedergabe mit leichter Betonung der roten Farben.

Eine rein elektronische Weißpunkt-Umschaltung für RGB-Ansteuerung, d. h. ohne Relais, zeigt **Bild 5.511–6**. Hier werden Arbeitspunkt und Verstärkung nur der Rot-Endstufe beeinflußt. Parallel zum Emitterwiderstand R 665 (330 Ω) der Rot-Endstufe liegt die Reihenschaltung vom R 691 (2,7 kΩ), Transistor T 691 (BC 238 A) und dessen Emitterwiderstand R 693 (330 Ω). Bei SW-Wiedergabe ist T 691 gesperrt, da die vom Farbabschalter über R 694 (18 kΩ) kommende Basisvorspannung kleiner ist als die vom Teiler R 692 (2,2 kΩ) und R 693 (330 Ω) gelieferte Emitterspannung. Die Arbeitspunkte der Grün- und Blau-Endstufen sind so eingestellt, daß die Bildwiedergabe leicht bläulich erscheint. Wird nun der Transistor T 691 bei Farbsendungen durchgeschaltet, so verringert sich der effektive Emitterwiderstand der Rot-Endstufe (T 645 [BC 183 C], T 651 [BF 258]). Als Folge davon wird einmal der Weißabgleich der Bildröhre geringfügig ins Rötliche verschoben und zum zweiten die Verstärkung der Rot-Endstufe etwas erhöht.

5.6 Farbfernseh-Praxis

5.61 Elektronisches Farbtestbild (FuBK-Testbild)

Farbfernsehempfänger verlangen, wie schon im Abschnitt 5.3 angedeutet, einige Einstellungen, die erst durchgeführt werden können, wenn das Gerät seinen endgültigen Platz beim Kunden erhalten hat. Diese letzte Justierung ermöglicht dann die optimale Bildqualität. Dabei kommt dem Farbtestbild für den Service naturgemäß eine größere Bedeutung zu als den Schwarzweiß-Testbildern. Zwar wird auch das Farbtestbild nur zu bestimmten Zeiten von den Sendern abgestrahlt (bei den Sendestellen der Post oder aus Programmzeitschriften zu erfahren), doch bietet es für allgemeine Einstellungen mehr und aufschlußreichere Informationen als die Testbilder eines eigenen Farbgenerators; es vermittelt insbesondere einen Begriff über die Qualität der gesamten Empfangsanlage (Antenne also einbezogen).

Der Farbgenerator – es gibt für den Außendienst kleinere, handliche Typen – wird dann zu benutzen sein, wenn der Besuch beim Kunden nur außerhalb der Testbild-Sendezeiten erfolgen kann.

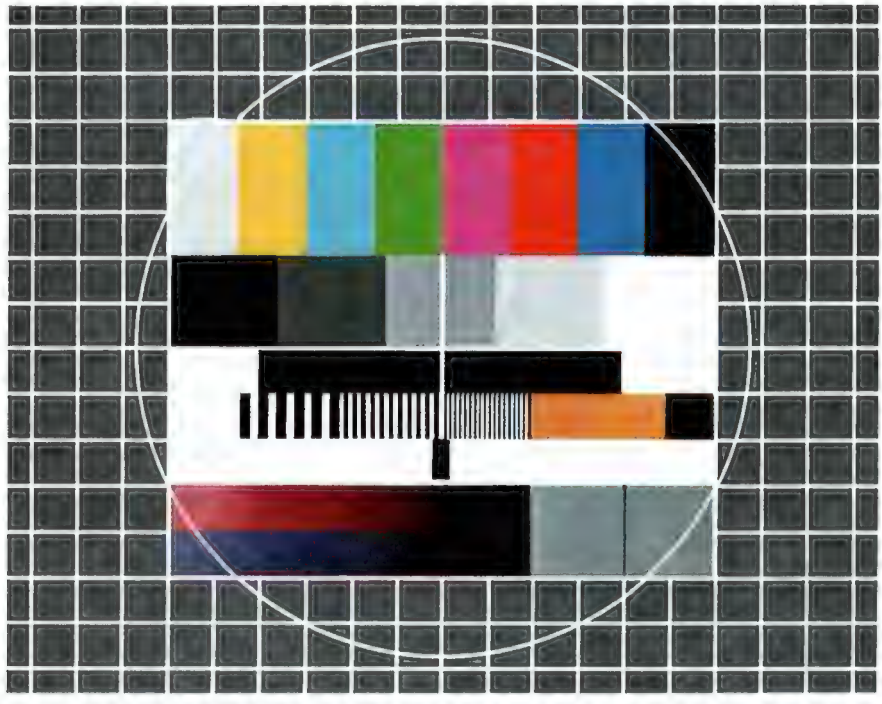


Bild 5.61–1a Elektronisches Farbtestbild (FuBK). Erläuterungen siehe Bild 5.61–1b

Das elektronische Farbtestbild wird seit Februar 1968 ausgestrahlt, es wurde von der Fernseh GmbH in Zusammenarbeit mit dem Institut für Rundfunktechnik, München, entwickelt und schließlich unter der Bezeichnung FuBK-Farbtestbild von einer Arbeitsgruppe der Funkbetriebskommission, der Vertreter der Industrie, der Bundespost und der Rundfunkorganisationen angehörten, als verbindlich erklärt (Schirmfoto, **Bild 5.61–1a**).

Dieses Farbtestbild wird wahrscheinlich künftig das bisherige Testbild B ersetzen, weil es neben den für die Farbempfänger wichtigen Testfeldern alle wesentlichen Bestandteile des Testbildes B enthält, also gleichermaßen für Überwachungs-, Kontroll- und Einstellzwecke sowohl bei Schwarzweißempfängern als auch bei Farbempfängern geeignet ist. Die Testfelder des neuen Bildes sind so angeordnet, daß alle Aussagen über die Bildwiedergabe ebenfalls ohne zusätzlichen Meßaufwand allein durch Betrachten des Bildschirmes gemacht werden können.

Beim Überprüfen eines Farbempfängers geht man in folgender Weise vor:

Das weiße Gitternetz im Umfeld des Mittelteiles vom Testbild enthält 19 horizontale und 15 vertikale Linien. Mit Hilfe des hieraus gebildeten Gitters werden zunächst Bildhöhe und Bildbreite kontrolliert oder korrigiert. Dabei ist zu beachten, daß nur ein Bildschirm mit einem Seitenverhältnis 3:4 alle 19 Linien in horizontaler Richtung abbilden kann. Bei dem noch stark vertretenen (4:5)-Format sind dagegen nur 17 Gitterlinien sichtbar, und es verbleibt bis zum Rand eine Länge mit etwa einem halben Gitterabstand.

Der gegenseitige Abstand der einzelnen Linien gibt Aufschluß über die Linearität, eine eventuelle Beugung der Linien deutet auf einen Kissenfehler. Der eingetastete Kreis

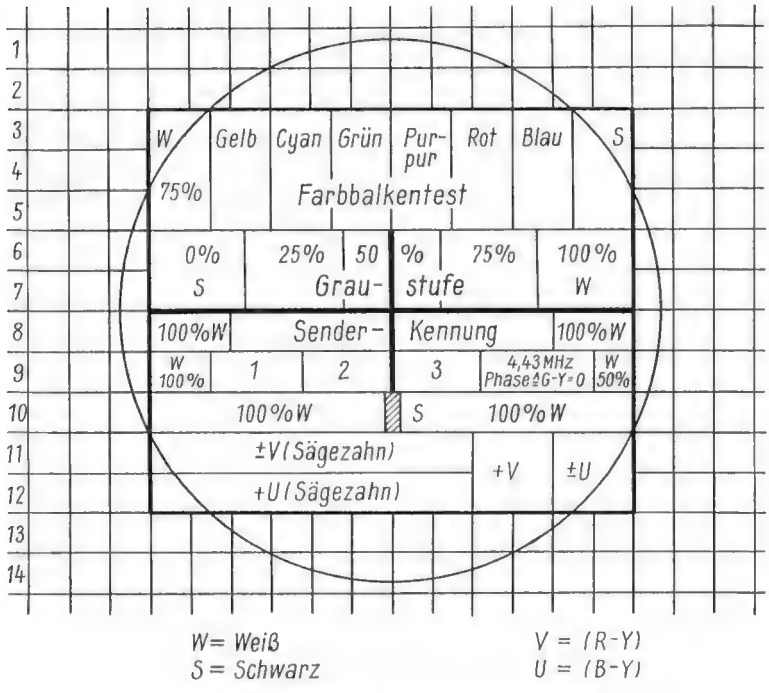


Bild 5.61–1b Deutung des FuBK-Farbtestbildes

erlaubt nach den Erfahrungen mit den SW-Testbildern (siehe Abschnitt 1.25) eine schnelle und recht zuverlässige Kontrolle der Bildgeometrie.

Für die weiteren Betrachtungen ist es wichtig, daß die Farbreinheit stimmt. Fehler der Farbreinheit erkennt man daran, daß bei Nullstellung des Farbsättigungseinstellers bzw. Drücken einer evtl. vorhandenen Schwarzweiß-Taste unterschiedliche Einfärbungen an verschiedenen Stellen des Bildschirms auftreten.

Die beiden in der Testbildmitte befindlichen gekreuzten Linien werden anschließend für das Überprüfen und Korrigieren der statischen Konvergenz beobachtet, die Gitterlinien des Umfeldes danach für die dynamische Konvergenz.

Ist die Konvergenz schließlich voll befriedigend, so stelle man mit Hilfe der fünfstufigen Grautreppe Bildhelligkeit und Kontrast derart ein, daß alle Leuchtdichteabstufungen zwischen Tiefschwarz und Weiß richtig wiedergegeben werden. Alle Felder der Grautreppe sollen dann unbunt erscheinen. Ist das nicht der Fall, dann sind die Arbeitspunkte der drei Strahlsysteme bzw. deren Steuerspannungen zu korrigieren: Die neutrale Wiedergabe von Schwarz und von dunklen Grautönen erreicht man durch Korrektur der Schirmgitterspannungen, während man ein neutrales Weiß durch Änderung der Steuerspannungen gewinnt (Abschnitt 5.634). In den Grauflächen kann man weiterhin die Zeilenstruktur recht gut erkennen, womit man Aufschluß über eine einwandfreie Fokussierung erhält.

In dem Streifen unterhalb der Schwarz-Weiß-Übergänge sind analog dem elektronischen SW-Testbild (Bild 1.24–1) vier nebeneinander liegende Felder mit vertikalen Strichrastern von unterschiedlicher Breite angeordnet. Sie entsprechen Signalen mit den Frequenzen 1 MHz, 2 MHz, 3 MHz und

der Frequenz des PAL-Farbträgers von 4,43 MHz. Für die nachstehende Betrachtung bringt man wieder den Farbsättigungseinsteller zunächst in die Nullage oder drückt eine entsprechende Taste für die Schwarzweiß-Wiedergabe. Bei richtiger Einstellung des Hf-Oszillators im Tuner müssen die Striche bzw. Balken mit den Frequenzen 1/2/3 MHz voll durchmoduliert sein, d. h. alle Zwischenräume sollen weiß und die Balken selbst tiefschwarz erscheinen. Ein 4,43-MHz-Raster soll dagegen gar nicht oder nur schwach sichtbar sein, weil diese Frequenz im Empfänger mit Hilfe der meist automatisch geschalteten Farbträgersperre unterdrückt wird. Stellt man wieder Farbsättigung ein, dann färbt sich die Fläche mit dem 4,43-MHz-Raster orange (rötlich gelb) ein. Dieses Testfeld dient dem Überprüfen der Farbdemodulatorbalance und der Grün-Matrix. Die Testfarbe wird mit (G-X) = 0 bezeichnet, weil bei richtiger Einstellung beider Demodulatoren und der Matrix ein Signal ohne Grünanteil zur Bildröhre gelangt. Das Auswerten über den Bildschirm ist jedoch nur durch einen Eingriff in den Empfänger möglich, indem die Strahlerzeuger für Rot und Blau gesperrt werden. Die einwandfreie Funktion erkennt man daran, daß die Testfläche ihren (grün erscheinenden) Helligkeitswert nicht verändert, wenn der Farbsättigungseinsteller von seiner Normallage in die Nullstellung gebracht wird.

Die Farbbalkenfolge im obersten Testfeld dient zum Einstellen der Farbsättigung, ferner der Funktionskontrolle von Laufzeitdecoder, Synchrondemodulatoren und PAL-Schalter zum Beurteilen des Einschwingverhaltens im Farbkanal.

Die Farbsättigung sollte so variiert werden, daß alle Farben kräftig, aber dennoch natürlich erscheinen und weder Unschärfen (Defokussierung) in den Flächen sichtbar werden (Zeilenstruktur muß erhalten bleiben!) noch Farbumschläge als Folge von Übersteuerungen auftreten. Die erkennbare Zeilenstruktur darf man nicht verwechseln mit einer groben Paarigkeit benachbarter Zeilen, die innerhalb stark gesättigter Farbflächen als Folge eines Abgleichfehlers im Laufzeitdecoder auftreten kann und als „venetian blinds", „PAL-Jalousie-Effekt" oder im Werkstattjargon als *Palousi* bekannt ist.

Die Farbbalken werden in der genormten Reihenfolge Weiß-Gelb-Cyan-Grün-Purpur-Rot-Blau-Schwarz gesendet. Abweichungen in der Folge und der Farbart können ihre Ursache in einer fehlerhaften PAL-Synchronisierung oder einem Defekt des PAL-Schalters haben. Werden nur Farbflächen mit blauen und grünen Mustern auf dem Bildschirm erkennbar, dann ist der $F_{(R-Y)}$-Demodulator ausgefallen. Beim Ausfall des $F_{(B-Y)}$-Demodulators sind die Farbmuster nur rot und grün.

Die Übergänge zwischen den einzelnen Farbbalken geben Aufschluß

1. über das Einschwingverhalten im Farbkanal (der Übergang soll kurz und ohne Überschwingen erfolgen),

2. über eventuell vorhandene Laufzeitfehler zwischen dem Helligkeits-(Y)- und dem Farbartsignal (dadurch erkennbar, daß sich Helligkeitssprung und Farbsprung nicht decken) und

3. über die Wirksamkeit der automatischen Farbträgersperre (die während des Phasensprungs hervortretenden, nicht voll unterdrückten Seitenbänder des Farbträgers zeigen eine Kantenstörung [„Reißverschluß"], deren Muster durch eine beim Viertelzeilen-offset-Verfahren bewirkte vertikale Verzahnung erzielt wird).

Im Testbild sind unten *rechts* zwei Felder angeordnet, die mit + V und ± U bzw. + (R-Y) und ± (B-Y) bezeichnet werden. Sie erscheinen bei einem völlig einwandfrei abgeglichenen Empfänger neutral grau (unbunt) und weisen keine Paarigkeit benachbarter Zeilen auf. Eine solche Wiedergabe bietet ein sehr genaues Kriterium

1. für den fehlerfreien Abgleich des Laufzeitdecoders (Amplituden- und Phasenabgleich zwischen dem direkten und dem um eine Zeilendauer verzögerten Signal zwecks genauer Trennung des Farbartsignals in seine Komponenten $F_{(R-Y)}$ und $F_{(B-Y)}$

2. für die exakte 90 °-Phasenlage beider Demodulationsachsen und deren richtigen Bezug zum Farbsynchronimpuls (Bezugsphase, auch Allgemeinphase genannt) sowie für die Funktion des PAL-Schalters (zeilenfrequenter 180°-Phasensprung des (R-Y)-Referenzträgers).

In der Praxis wird man einen Empfänger nicht neu abgleichen, wenn in diesen Testfeldern nur eine sehr leichte Einfärbung sichtbar wird (Fehler etwa $< \pm 5°$). Diese geringe Verstimmung hat praktisch noch keinen Einfluß auf die Güte der Farbwiedergabe. Erst bei deutlich sichtbaren (unterschiedlichen) Einfärbungen (Fehler etwa $\pm$ 20 °) und wenn eine Paarigkeit benachbarter Zeilen (horizontale Streifenbildung, venetian blinds) wahrgenommen wird, sollte man eine Neueinstellung im Bereich des Decoders und der Demodulationen vornehmen.

Beim Neuabgleich wird zunächst das Feld + V durch Verstimmen der Allgemeinphase – soweit erforderlich – auf unbunt eingestellt. Liegt ein Laufzeitfehler der PAL-Verzögerungsleitung vor, dann sind in dem *links* unten befindlichen Feld ± V (Sägezahn) horizontale Streifenmuster zu erkennen. Diesen Laufzeitfehler kann man ebenfalls bemerken, wenn das Testfeld ± U unbunt wiedergegeben wird (Korrektur – falls notwendig – durch Einstellen der 90 °-Phase) und im (+ U)-Sägezahn-Feld Streifenbildung vorliegt.

Ähnlich geht man bei einem Amplitudenfehler der PAL-Verzögerungsleitung vor. Er ist zu erkennen, wenn bei farblos erscheinendem ± U-Feld (Korrektur durch 90 °-Phase) das nebenliegende + V-Feld mit Paarigkeit aufeinanderfolgender Zeilen versehen ist. Zu der gleichen Streifenbildung kommt es bei unbunt eingestelltem + V-Feld, wenn im Feld ± U Streifen sichtbar sind.

Sind in den genannten Testfeldern keine Streifenstrukturen mehr erkennbar, dann ist der Abgleich des Decoderteils beendet, und es kann die Lage der Demodulationsachsen überprüft und ggf. korrigiert werden.

Ein Fehlabgleich der Allgemeinphase (0°-Einstellung) liegt dann vor, wenn sowohl das + V- als auch das ± U-Feld eine Einfärbung zeigt. Die Korrektur erfolgt in der Weise, daß durch Verstimmen der Allgemeinphase zuerst das Feld + V unbunt gemacht wird, d. h. man justiert auf die Stellung, in der die Farbe gerade von Blau nach Grün (oder umgekehrt) umschlägt.

Danach wird durch Verstimmen der 90 °-Einstellung die analoge Justierung für den Unbuntabgleich des Feldes ± U vorgenommen, d. h. man sucht die Stellung, an der die Farbe gerade von Rot nach Grün (oder umgekehrt) wechselt.

Wichtig ist, daß sämtliche Abgleichgänge in der genannten Reihenfolge durchgeführt werden. Mit etwas Übung sind diese Justierungen sehr schnell und zuverlässig zu bewerkstelligen.

Bei einer Diagnose braucht man folglich nur zu bedenken, daß Fehler im Laufzeitdecoder sich als Streifenbildung bemerkbar machen, wogegen Fehler der Demodulationsachsen zu Einfärbungen führen. Für die Korrektur kommen in der Regel lediglich vier Einsteller in Frage. Für den Decoderabgleich sind es die Einsteller für die Farbartsignal-Amplitude und die -Phase. Für den Demodulatorabgleich sind es die Einsteller für die 0-Phase und die 90°-Phase.

Alle genannten Justierungen lassen sich leicht und mit guter Genauigkeit allein durch sorgfältiges Betrachten des Bildschirms durchführen. Darüber hinaus ist natürlich eine Reihe meßtechnischer Auswertungen möglich, auf die an dieser Stelle jedoch nicht weiter eingegangen wird.

Es muß darauf hingewiesen werden, daß bei allen Justierungen ein eventuell vorhandener Farbtoneinsteller (bisweilen Geschmacksregler genannt) sich unbedingt in Nullage zu befinden hat.

In der Mitte des Testbildes erkennt man weiterhin einen breiten schwarzen Balken, der für die Senderkennung vorgesehen ist. Die Flanken des Balkens lassen sich für den Einschwingvorgang des Y-Verstärkers aus-

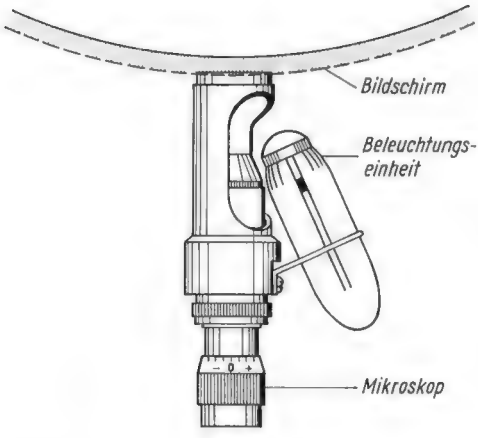
Tabelle 5.61–I. Deutung des (FuBK-) Farbtestbildes

Signal im Testbild	Kontrolle bzw. Einstellung am Empfänger
1. Weißes Kreuz in Bildmitte	Mittenzentrierung Statische Konvergenz
2. Gitternetz des Umfeldes und Kreis	Bildhöhe, Bildbreite, Bildlage horizontal und vertikal, Bildgeometrie (Linearität, Beugung der Linien, Kissenfehler), dynamische Konvergenz, Fokussierung (Zeilenstruktur), Farbreinheit, auch Reflexion
3. Grautreppe	Helligkeit, Kontrast, Gradation, Linearität, Grauabgleich, Weißbalance; auch Antenneneingangsspannung (bereits geringes Rauschen in Graustufen deutlich sichtbar)
4. Frequenzgruppen 1/2/3 MHz 4.43 MHz [(G-Y) = 0)]	Tunereinstellung, visuelle Kontrolle des Amplituden-Frequenzganges mit Farbsättigung: Kontrolle der Grünmatrix und Demodulatorbalance ohne Farbsättigung: Kontrolle der Farbträgerfalle
5. Farbbalken mit 75 % Kontrast und 100 % Farbsättigung	Einstellen der Farbsättigung, Erkennen grober Farbfehler, Laufzeitkontrolle zwischen Farbart- und Helligkeitssignal, Einschwingvorgang, Farbträgersperre
6. Felder + V und ± U ± V (Sägezahn), + U (Sägezahn)	Amplitudenfehler im Laufzeitdecoder, Phasenfehler im Laufzeitdecoder, Lage beider Demodulationsachsen (Allgemeinphase und 90°-Phase)
7. Weiß-Schwarz-Weiß-Sprung-Signal	Einschwingverhalten des Helligkeitssignals (Flankenverzerrungen, Fahnen, Überschwingen), Reflexion
8. 1-µs-Schwarzbalken	genauere Reflexionsmessung

werten, der Übergang von Weiß nach Schwarz (Weiß/Schwarz-Sprung) und umgekehrt (Schwarz/Weiß-Sprung) muß kurz und ohne Fahnenbildung oder Überschwingen erfolgen.

Unterhalb der Frequenzgruppen (Strichraster) befindet sich ein breiter weißer Balken, der in der Mitte einen schmalen schwarzen Rechteckimpuls von 1 µs Schwingungsdauer enthält. An ihm lassen sich deutlich Echos (Reflexionssignale) erkennen, die bei nicht einwandfreien Empfangslagen von der Antenne aufgenommen werden (Mehrwege-Empfang durch Reflexionen).

In **Tabelle 5.61–I** sind alle im Testbild enthaltenen Signale und deren Bedeutung zusammengefaßt.



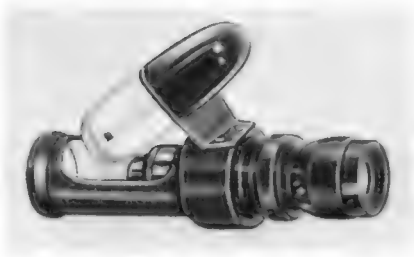


Bild 5.62–1 Justiermikroskop; links: a) prinzipieller Aufbau, oben: b) praktische Ausführung (Hahn & Kolb, Stuttgart)

5.62 Zusätzliche Prüfgeräte

Für den Service an Farbfernsehempfängern erfahren die in den Abschnitten 2.2 und 2.4 behandelten Arbeitsgeräte, Hilfsmittel, Meß- und Prüfgeräte einige Ergänzungen.

So kommt zum (Schwarzweiß)-Signalgenerator der Farbgenerator; bei Neuanschaffungen wird man nur noch diesen wählen (siehe Abschnitte 2.46 und 3.66).

Service-Metallspiegel

Im Zusammenhang mit dem Farbgenerator wäre noch der Service-Spiegel zu nennen, dessen Bedeutung für eine bequeme Bildkontrolle allgemein bekannt ist, wenn die Korrekturen an Positionen des Chassis oder der Bildröhre erfolgen, die nur von der Rückseite des Gerätes aus zugänglich sind (s. Abschnitt 2.1). Für das Nachstellen der Farbreinheit genügen normale, versilberte Spiegel. Da diese aber infolge Mehrfachreflexionen an der Vorder- und Rückseite des Spiegelglases leicht zu Doppelkonturen führen können, sind sie für das Einstellen der Konvergenz nicht gut geeignet. Weiterhin kann eine leichte Einfärbung des Spiegelglases zu einer Fehleinstellung des neutralen Bildweiß führen (Weißabgleich). Aus diesem Grund sind Metallspiegel zu bevorzugen.

Bildschirmlupe

Zum exakten Einstellen der Farbreinheit, d. h. der Landung des Elektronenstrahls auf den jeweils richtigen Leuchtstoffpunkt, sollte – wie schon in Abschnitt 3.625 erwähnt – eine Lupe oder besser noch ein Mikroskop mit etwa 30facher Vergrößerung verwendet werden. Dieses Mikroskop **(Bild 5.62–1/–2)** muß zusätzlich eine schwache Beleuchtungseinrichtung haben, um im Okular neben dem eigentlichen Leuchtpunkt zum Beurteilen seiner Lage auch den gesamten Leuchtstoff-

Bild 5.62–2 Justiermikroskop 800/MLS mit batteriegespeister Lichtquelle zum Einstellen der Farbreinheit (Philips)

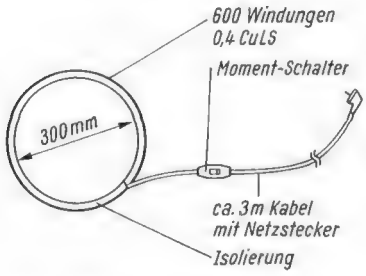


Bild 5.62–3 Entmagnetisierungsspule mit Drucktaster für Kurzzeitbetrieb (prinzipieller Aufbau)

Bild 5.62–4 Entmagnetisierungsspule F 25 (Karl Friedrich Schwarz)

punkt sehen zu können. Solche Arbeiten erfordern naturgemäß zwei Servicetechniker, einen der beobachtet und einen der justiert.

Entmagnetisierungsspule

Wie schon im Abschnitt 5.3 unter „Magnetische Einflüsse" erwähnt, müssen die Lochmaske der Farbbildröhre und ihre zum Teil aus ferromagnetischen Werkstoffen bestehende Umgebung, wie Bildröhrenabschirmung auf dem Röhrenkonus, Chassisteile, Metallrahmenverstärkung und evtl. auch die im Innern des Bildröhrenhalses befindlichen Elektroden, entmagnetisiert werden, sobald sie starken Magnetfeldern (z. B. auf dem Transport) ausgesetzt waren.

Um diesen Vorgang durchführen zu können, bedient man sich einer Entmagnetisierungsspule, die im Betrieb ein starkes Wechselfeld erzeugt.

Man kann diese Spule in Form eines Ringes selbst bauen (Ringdurchmesser 300 mm, 600 Wdg., 0,4 mm CuLS – **Bild 5.62–3** –). Die Spule wird dann an das Wechselstromnetz angeschlossen, mit kreisenden Bewegungen vor dem Bildschirm entlanggeführt, anschließend bis auf etwa 3 m vom Schirm entfernt, um 90° gedreht und schließlich vom Netz abgeschaltet.

Man kann die Spule aber auch in verschiedenen Ausführungen von verschiedenen Herstellern beziehen. In der Regel handelt es sich um mechanisch stabile, vollschutzisolierte Spulen mit einem Durchmesser von 300...400 mm; sie sind, wie die selbstgebaute, direkt und jeweils nur kurzzeitig an das Wechselstromnetz anzuschließen. Die Stromaufnahme liegt zwischen 2 und 3 A.

Bild 5.62–5 Entmagnetisierungsspule 2–505 (Bernstein)

Bild 5.62–4 zeigt den Typ F 25 der Fa. Karl Friedrich Schwarz mit folgenden Daten: Induktivität ca. 333 mH, Durchflutung ca. 1450 AW, Gewicht ca. 1,5 kg, Abmessungen 330/282 mm ⌀ x 25 mm Höhe. Diese Spule ist in Harz gegossen, mit Drucktaster für Kurzzeitbetrieb versehen und weist ein Netzkabel von 7 m Länge auf.

Eine ähnliche Ausführung mit 4-m-Kabel liefert die Fa. Bernstein **(Bild 5.62–5)**.

Bild 5.62–6 Entmagnetisierungsspule ESP 1 (Philips)

Verbreitet ist auch die Entmagnetisierungsspule CTV 2 der Fa. Curt Martens Electronic, Hamburg. Sie sitzt in einem großen Kunststoffgehäuse aus schlagfestem Polysterol und hat einen eingebauten, griffgerechten Tastschalter.

Bild 5.62–6 zeigt die Philips-Entmagnetisierungsspule ESP 1, die sich durch ihr Mittelloch auch über den Hals einer unbestückten Farbbildröhre schieben läßt, um die dort im Innern befindlichen Teile der drei Strahlsysteme und ihre Steuer- und Fokussierelektroden sicher zu entmagnetisieren. Stromaufnahme ca. 2,8 A. Der Durchmesser dieser Spule beträgt ca. 280 mm, das Gewicht ca. 3,8 kg.

Anschließend sei noch auf den Graetz-Entmagnetisierkreisel hingewiesen **(Bild 5.62–7)**. Er enthält einen kugelgelagerten, diametralmagnetisierten Magneten, der gleichzeitig einen Schwungkörper bildet und von Hand in Drehung versetzt wird. Sein Vorzug liegt im geringen Platzverbrauch (42 mm ϕ, 63 mm hoch, kein Netzkabel) und im kleinen Gewicht (175 g). Technische Daten: Auslaufzeit des Kreisels bis 45 Sekunden. Wirkfeldstärke: ca. 2000 Gauß Flußdichte an der Oberfläche.

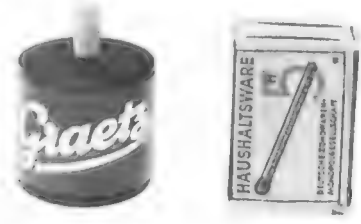


Bild 5.62–7 Entmagnetisierungskreisel für Handbetrieb, Gewicht: 175 g (Graetz)

5.63 Service-Einstellungen beim Farbfernsehempfänger

Hierunter sollen jene Arbeiten verstanden werden, mit denen man ein Farbgerät an seinem Aufstellungsort unter der Voraussetzung normaler Empfangsbedingungen auf optimale Schwarzweiß- und Farbwiedergabe bringen kann.

Einige dieser Arbeiten wurden schon im Abschnitt 5.3 (Aufstellung und Bedienung) genannt; hier wollen wir weiter darauf eingehen. Es handelt sich dabei im wesentlichen um Justierungen bzw. kleine Korrekturen, um das Gerät den örtlichen Bedingungen anzupassen. Man muß solche Arbeiten aber auch durchführen, wenn der Farbfernsehempfänger z. B. auf dem Transport stärkeren Erschütterungen ausgesetzt war. In diesem Fall kann es schon vorkommen, daß die Ablenk- und Konvergenzeinheit geringfügig ihre Lage änderte und damit die Güte der Farbbildwiedergabe beeinträchtigt. Bei Geräten der ersten Baujahre sind in gewissen Zeitabständen Korrekturen erforderlich, um die durch Alterungserscheinungen hervorgerufenen Farbdeckungsfehler zu beheben. Schließlich sind derartige Service-Einstellungen erforderlich, wenn die Farbbildröhre, die Ablenkeinheit oder ähnliche Teile ausgewechselt werden mußten.

An sich benötigt man für diesen Service keine Meßgeräte, wenn ein Farbtestbild empfangen werden kann. Um jedoch vom Sender unabhängig zu sein, ist es gut, auch oder gerade bei einem Kundenbesuch einen Farbgenerator zur Hand zu haben (siehe Abschnitt 2.46). Weiterhin braucht man für Service-Einstellungen eine Bildschirmlupe (Justiermikroskop) und eine Entmagnetisierungseinrichtung, wie in Abschnitt 5.62 beschrieben.

Im folgenden soll nun abschnittweise näher auf die Servicearbeiten eingegangen werden. Sie umfassen:

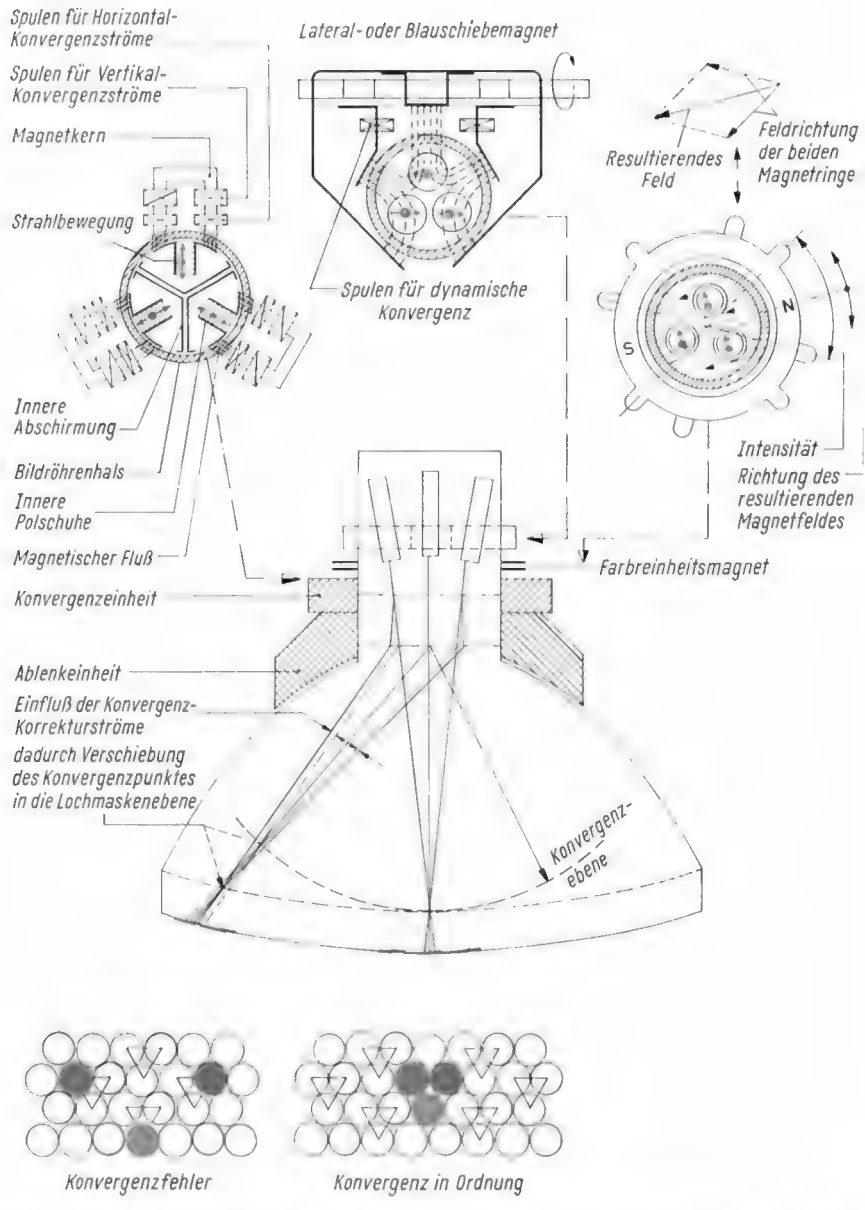


Bild 5.63–1 Veranschaulichung der Justierung an einer Farbbildröhre (nach Grundig)

5.631 Allgemeine Service-Einstellungen (Grundeinstellungen),
5.632 die Einstellung der Farbreinheit,
5.633 die Einstellung der statischen und der dynamischen Konvergenz,
5.634 die Graueinstellung

Vorab einige wichtige Hinweise:

1. Vorbedingung aller Justierungen, insbesondere für die Nachstellung der Farbreinheit und Konvergenz **(Bild 5.63–1)** ist, daß sich die Ablenkeinheit, die Konvergenzeinheit, der Farbreinheitsmagnet und der Blaulateralmagnet auf dem Röhrenhals in der vorgeschriebenen Lage befinden.

2. Die Farbbildröhre und ihre metallische Umgebung, wie das Chassis, ja selbst die Eisenteile des Arbeitstisches, müssen ausreichend entmagnetisiert sein. Auf diese Maßnahme wurde bereits im Abschnitt 5.3 „Aufstellung und Bedienung" näher eingegangen. Hier sei nur ergänzt, daß man in Fällen, in denen nicht eindeutig feststeht, ob ein Farbreinheitsfehler durch falsche Einstellungen oder durch Aufmagnetisierung hervorgerufen wurde, sich gleichfalls die Mühe der Entmagnetisierung machen soll; die eingebaute automatische Entmagnetisierungseinrichtung könnte dafür ja nicht ausgereicht haben.

3. Während der Einstellung der Farbreinheit und Konvergenz sollte das Gerät nicht kurzzeitig aus- und eingeschaltet werden, weil es Bildröhren gibt, bei denen sich dann im Bildröhrenhals eine statische Aufladung bildet. Diese beeinflußt die statische Konvergenz und klingt erst nach längerer Zeit ab. Sollte während der Konvergenzeinstellung eine Betriebsunterbrechung unvermeidbar sein, so muß der Zeitabstand zwischen Aus- und Einschalten mindestens 5 Minuten betragen. In solchen Fällen ist es ratsam, wenn man sich vor dem Ausschalten den Zustand der statischen Konvergenz einprägt. Stellt man dann beim Wiedereinstellen eine eventuelle Veränderung fest, so sind die Einstellungen zu wiederholen.

4. Ein normal temperiertes Gerät (20 °C im Aufstellungsraum) soll vor Beginn der Justierarbeiten wenigstens 15 Minuten bei voller Bildhelligkeit (jedoch noch ohne Übersteuerung) eingeschaltet gewesen sein, damit sich die Lochmaske auf ihre Betriebstemperatur erwärmen konnte.

5. Bei der Kontrolle eines Farbfernsehgerätes ist die richtige (Netz-)Betriebsspannung zu beachten. Der Empfänger arbeitet in einem Bereich ± 10 % der Nennspannung, also zwischen ca. 200 V und 240 V, einwandfrei. Ist die Netzspannung größer oder kleiner, so verwende man einen Regel-Trenntransformator. Die Kontrolle der richtigen Betriebsspannung erfolgt am besten durch eine Bezugsmessung an einem bestimmten Punkt des Netzteiles, dessen Spannungswert in der Serviceanleitung (Stromlaufplan) fixiert ist.

6. Die Konvergenz- und Farbreinheitseinstellungen nehme man zur besseren Wahrnehmung und Deutung der Bildschirmaussagen möglichst in einem abgedunkelten Raum vor.

5.631 Allgemeine Service-Einstellungen (Grundeinstellungen)

Für diese Arbeiten gilt im Prinzip das unter 1.3 Gesagte, wobei vorwiegend elektrische Justierungen (1.33) gemeint sind. Es ist verständlich, daß für die beste Bildwiedergabe der Empfänger erst einmal grundsätzlich justiert sein muß, bevor man Farbeinstellungen vornimmt, ganz abgesehen davon, daß diese und die Grundeinstellungen, wie z. B. die der Rastergröße oder Rasterverzerrungen, miteinander verkoppelt sind und wechselseitig durchgeführt werden müssen. Zur Grundeinstellung gehört die Kontrolle der nachstehenden Größen und Eigenschaften anhand eines Testbildes und der werkseitigen Service-Information.

Voran gehen die Kontrolle und eventuelle Korrektur des sicheren Bildstandes (Horizontal- und Vertikalsynchronisation), da ohne diese Eigenschaften die anderen Grundeinstellungen fraglich sind.

Vertikal-(Raster-)synchronisierung

wird – wenn das Bild am Bildschirm in vertikaler Richtung (wie ein „Fahrstuhl")

durchläuft – durch Potentiometereinstellung so korrigiert, daß das Bild langsam auf den Weg nach oben sich einfängt.

Horizontal-(Zeilen-)synchronisierung

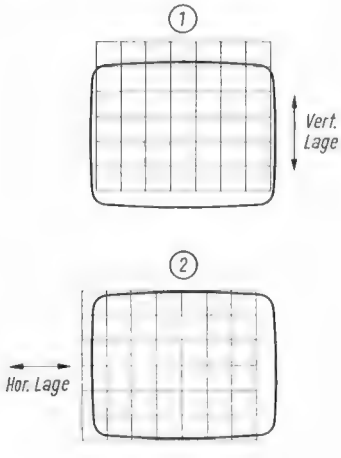
wird – wenn das Bild in schrägen Streifen „umfällt" – nach Kurzschließen der Synchronisation gegen Masse (siehe Serviceanweisung des Herstellers) meist an der Horizontal-Oszillatorspule so eingestellt, daß sich das Bild aufrichtet und kurzzeitig so bleibt (Schwebezustand). Nach Aufheben des Kurzschlusses muß dann das Bild stabil sein.

Bilddrehung (verkantetes Bild)

Wenn ein verkantetes Bild gerichtet werden soll, so ist nach Lösen des Spannringes die Ablenkeinheit soweit behutsam zu drehen, bis horizontale Linien parallel zur oberen und unteren Bildschirmkante stehen. Man darf die Ablenkeinheit aber nicht axial verschieben, weil sich sonst die Farbreinheit ändert.

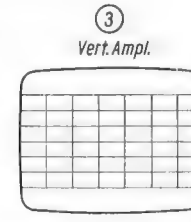
Bildzentrierung, Bildverschiebung vertikal und horizontal

wird beim Betätigen der dafür vorgesehenen Potentiometer durch Änderung der (Gleichstrom-)Vormagnetisierung der Vertikal- oder Horizontalablenkspulen erreicht (s. jeweilige Serviceanleitung). (1) (2)



Bildhöhe

wird mit entsprechendem Potentiometer so eingestellt, daß oben und unten ein etwa 10 mm hoher Bildstreifen hinter der Bildmaske verschwindet. (3)



Boosterspannung

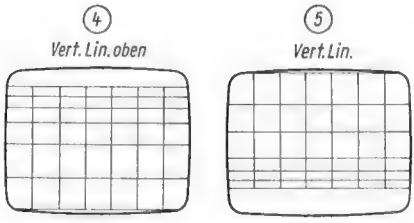
Helligkeits- und Kontrasteinsteller so weit zurückdrehen (-schieben), daß das Bild gerade sichtbar wird; Farbkontrasteinsteller auf Nullstellung. Nun mit Vielfachmeßinstrument Boosterspannung zwischen zwei entsprechend gekennzeichneten Meßpunkten kontrollieren und ggf. mit zugehörigem Potentiometer auf vorgegebenen Betrag (z. B. + 685 V) einstellen.

Bildbreite

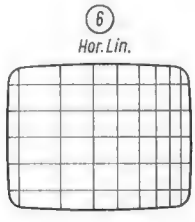
wird meist mit einem speziellen Bildbreiteschalter oder Stecker stufenweise so eingestellt, daß links und rechts ca. 15 mm oder vier weiße Streifen des RMA-Testbildes (s. Abschnitt 1.22) überschritten werden und der in den meisten Testbildern vorhandene große Kreis auch kreisrund wiedergegeben wird. Eine Feineinstellung ist oft durch Variieren der Boosterspannung möglich; hierbei sind aber bestimmte Grenzwerte (z. B. min. 650 V, max. 720 V) einzuhalten.

Bildgeometrie

Die vertikale Linearität (gleichmäßige Höhe bei konstanter Unterteilung des Bildes und häufig gesondert davon die „obere Randlinearität") wird anhand des Testbildes (Kreis oder Gitternetz) mit entsprechenden Potentiometern eingestellt. (4) (5) Die horizontale Zeilen-Linearität korrigiert man mit dem Kern des Zeilenlinearitätseinstellers, und zwar so, daß die Unterschiede gleich-



mäßiger senkrechter Unterteilung des Bildes kleiner sind als 8 %. Dabei sind die Abstände in der linken Bildhälfte mit denen der rechten Bildhälfte zu vergleichen, nicht die Abstände der Außenpartien mit denen in der Bildmitte. (6)



Bildverzeichnung (Kissenverzerrung)

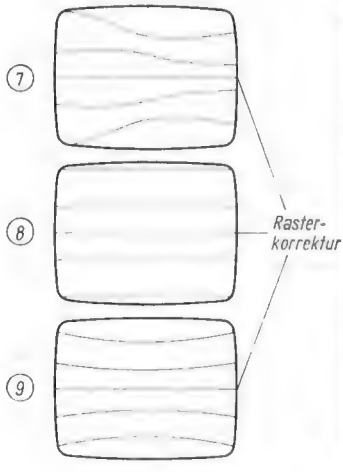
kompensiert man mit der „Phasenspule", die im Stromkreis zwischen dem Transduktor und der Vertikal-Ablenkspule liegt. Hierbei muß die obere horizontale Linie möglichst gerade werden. Anschließend ist die Bildlinearität zu kontrollieren und ggf. zu korrigieren. (7) (8) (9)

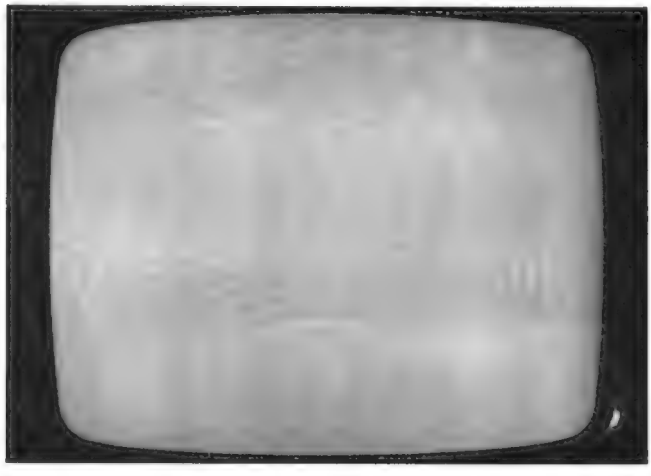
Bildschärfe (Fokussierung)

Die Bildschärfe beurteilt man unter der Voraussetzung einer korrekten (Fein-)Abstimmung zunächst nach der Schärfe der im Gittermuster enthaltenen Vertikalstreifen. Kontrast und Helligkeit müssen auf mittlere Werte eingestellt sein; es darf keine Übersteuerung auftreten. Am Schluß der empfohlenen Korrekturen und nach exakter Konvergenzeinstellung kontrolliert man die Bildschärfe am besten noch einmal nach dem senderseitigen Testbild. Hierbei sollen die Testkeile bzw. Frequenzlinien eine optimale Allgemeinschärfe ausweisen. Sonst ist der Fokuseinsteller (Fokussierspannung U_{g3}) entsprechend zu betätigen.

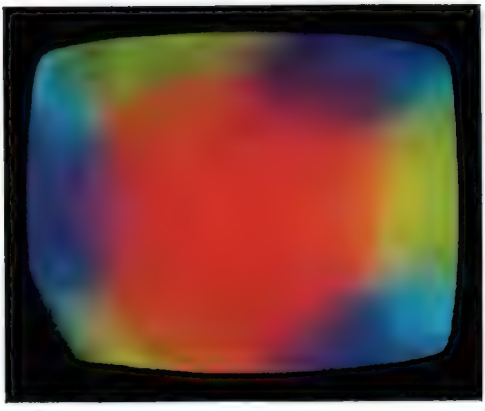
Gleichfalls sollten wir (bei dunkelgrauem Bild) die Moirébildung beachten **(Bild 5.63–2)**, die durch die Löcheranordnung in der Lochmaske relativ zur Zeilenstruktur entsteht. Die Fokussierung ist ggf. so (fein) nachzukorrigieren, daß man dieses Moiré bei einem Betrachtungsabstand von ≥ 2 m nicht mehr erkennen kann. Eventuell müssen wir auch die Bildhöhe etwas korrigieren oder die Ablenkeinheit geringfügig verdrehen, bis das Moiré verschwindet.

Unten: Bild 5.63–2 Moirébildung





a)



b)

c)

Bild 5.63–3 Farbreinheitseinstellung;

a) Farbunreiner Bildschirm

b) Farbreine Mitte durch Einstellung mit dem Farbreinheitsmagneten

c) Farbreiner Bildschirm durch Verschieben des Ablenkjoches

5.632 Farbreinheitseinstellung

Zeigt das Schirmbild bei SW-Empfang oder zurückgedrehtem (-geschobenem) Farbkontrast-Einsteller an einigen Stellen farbige Schattierungen (Blaßrosa, blasses Grün und Blau), so muß die Farbreinheit (purity) verbessert werden **(Bild 5.63–3 a, b, c)**. Die Ursache für diese Farbverfälschung liegt – wie schon gesagt – an einer nicht korrekten Landung des Elektronenstrahls auf seinen korrespondierenden Leuchtstoffpunkt (vgl. Abschn. 5.4311/5.4312). Schon geringe Abweichungen vom richtigen Auftreffwinkel der Elektronenstrahlen zur Lochmaske können bewirken, daß sie außer den ihnen zugeordneten auch andersfarbige benachbarte Punkte zum Leuchten bringen. Werden z. B. vom „Rotsystem" nicht nur die roten, sondern teilweise ebenso die grünen Leuchtstoffpunkte getroffen, so entsteht die Mischfarbe Gelb.

Fehler dieser Art lassen sich durch Nachstellen des Farbreinheitsmagneten und Verschieben des Ablenkjoches gegen den vorderen oder hinteren Anschlag des Spulentopfes verhältnismäßig einfach beheben. Mit

der ersten Maßnahme erreicht man die Farbreinheit in der Bildmitte, mit der zweiten die am Bildrand und damit schließlich die volle Farbreinheit.

Der Farbreinheitsmagnet (bereits auf Seite 451 erwähnt und in seiner Position auf den Bildern 5.43–19/–20/–20 b zu ersehen) besteht aus zwei schwach diametral magnetisierten Ringen, die – ähnlich den Bildzentrierringen bei der SW-Ablenkeinheit – mit- und gegeneinander verdrehbar sind (Bild 5.63–1, oben rechts).

Verdreht man die Ringe zu- oder gegeneinander, so verändert man die Stärke (Intensität) ihres gemeinsamen Feldes zwischen einem Minimum und einem Maximum; die Elektronenstrahlen werden dann also im rechten Winkel zur Feldrichtung verschieden weit ausgelenkt.

Durch gemeinsames Verstellen beider Ringe im gleichen Drehsinn ändert man die Richtung des Feldes in bezug auf die Elektronenstrahlen. Diese durchlaufen jetzt jeweils einen Punkt, der auf einem Kreis um die Ausgangslage des betreffenden Strahles liegt, wobei der Durchmesser des Kreises durch die Größe der Feldstärke bestimmt ist, die sich aus der Stellung der beiden Ringmagnete zueinander ergibt.

Deutlich sind die Wirkungen dieser Einstellungen aus **Bild 5.63–4** zu erkennen: Liegen die Kennkerben oder -nasen der Magnetringe übereinander (A), so heben sich die Magnetfelder gegenseitig auf; die Elektronenstrahlen nehmen – durch eine nicht vollkommen exakte Montage der Strahlsysteme im Röhrenhals bedingt – eine extreme Lage ein, z. B. am unteren Rand der Leuchtstoffpunkte (A 1). Bei gegenüberliegenden Markierungen (B) ergibt sich die größte Feldstärke, wodurch die Elektronenstrahlen in eine entgegengesetzte Lage verschoben werden. Um das Magnetfeld unter Beibehaltung seiner Richtung abzuschwächen, muß man beide Markierungen gleichmäßig gegeneinander verdrehen (C), bis die Elektronenstrahlen auf der Mitte der Leuchtpunkte landen. Weitere Beispiele von möglichen Landungsfehlern und deren Korrektur zeigen die Zeilen 2, 3 und 4.

Dreht man die beiden Magnetringe gleichzeitig und in unveränderter Stellung zueinander, so werden die Elektronenstrahlen – wie zuvor erwähnt – auf einer Kreisbahn um den gleichen Winkel wie die Markierungen verschoben.

Justierung

Zum Beurteilen der Farbreinheit verwendet man im allgemeinen die Farbe „Rot", weil hierbei Fehlfarben vom Auge leichter zu erkennen sind. Um ein rotes Flächenraster zu erreichen, gibt es verschiedene Möglichkeiten:

a) Farbsignalgenerator an das zu prüfende Gerät anschließen und Taste „Rot" drükken.

b) SW-Signalgenerator anschließen und Weißfläche einstellen. Am Farbempfänger jetzt die Schirmgitterpotentiometer für Grün und Blau auf Null und das für Rot auf Maximum einstellen, ggf. Helligkeitseinstellung etwas reduzieren.

c) Zf-Verstärker durch Zuführen oder Einstellen einer geeigneten Regelspannung sperren. Tunerkabel abziehen, Schirmgitterpotiometer wie unter b) einstellen.

d) (als Notlösung:) Leerkanal einstellen; Kontraststeller auf Null, Schirmgitterpotentiometer wie unter b einstellen.

Ist jetzt der Bildschirm ungleichmäßig rot oder farbfleckig, so kann man die gewünschte Farbreinheit wie folgt erreichen:

Normalfall

1. Ablenkjoch (je nach Fabrikat) nach Lösen der Flügel*schrauben* oder Flügel*muttern* so weit auf dem Röhrenhals verschieben, bis auf dem Bildschirm ein roter Fleck erscheint (Bild 5.63–3 a).

2. Mit dem Farbreinheitsmagnet roten Fleck zur Bildmitte bringen (Bild 5.63–3 b)

3. Ablenkjoch so weit in Richtung Röhrensockel zurückschieben, bis ganze Bildschirmfläche gleichmäßig rot ist (Bild 5.63–3 c).

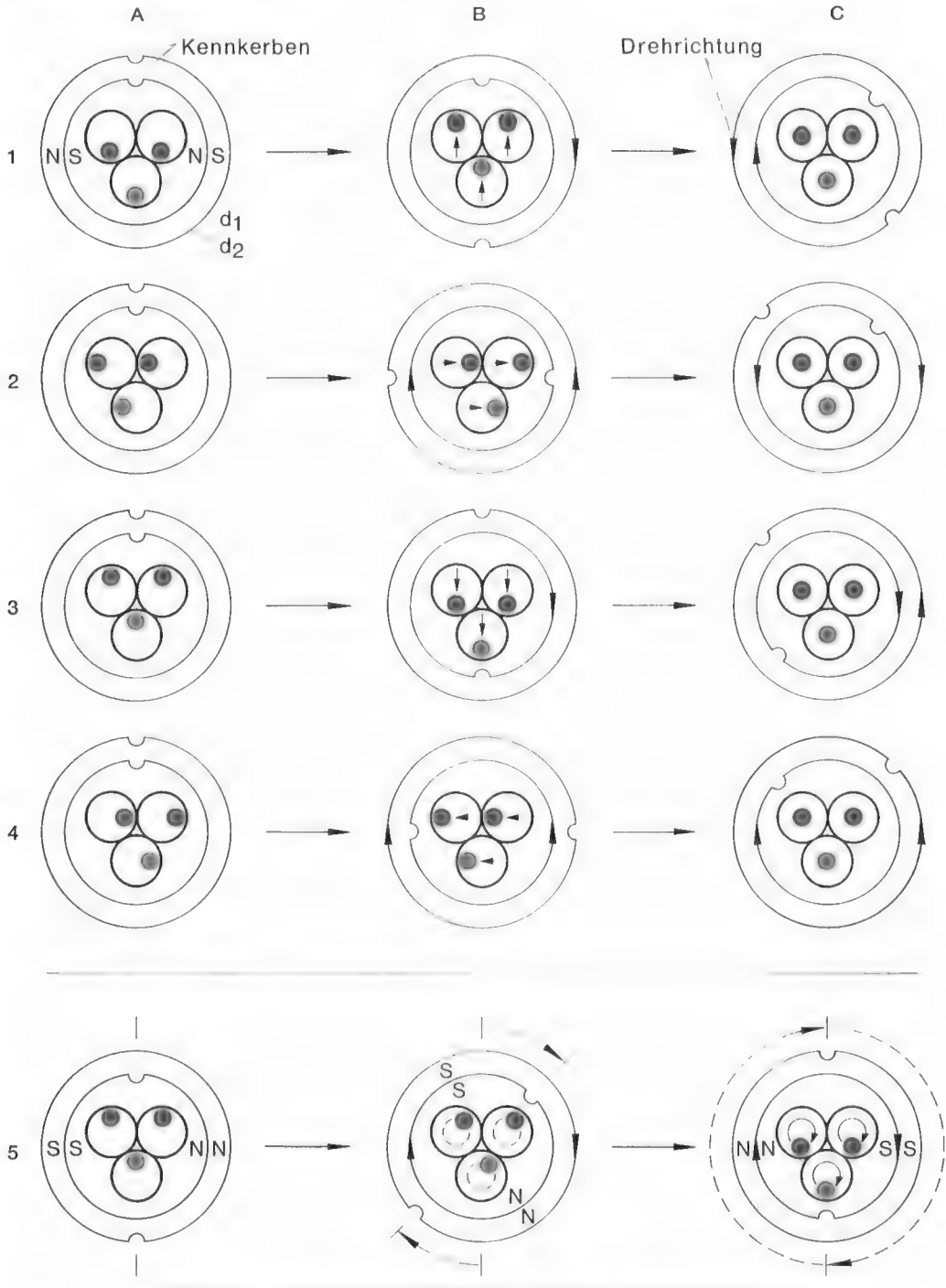


Bild 5.63–4 Leuchtpunktverschiebungen durch den Farbreinheitsmagneten

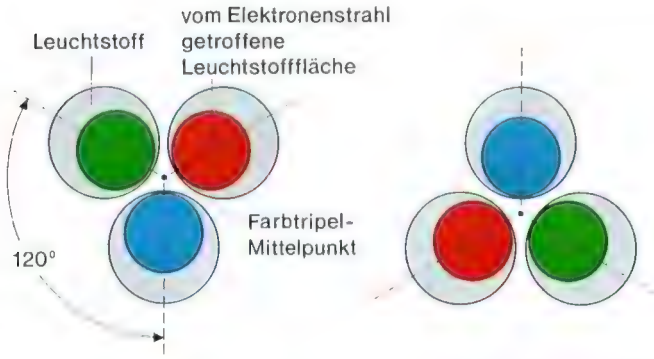


Bild 5.63–5 Korrekte Landung der drei Elektronenstrahlen im Mittelfeld des Bildschirms, links durch eine Lupe, rechts durch ein Mikroskop betrachtet.

Sollte dieser Zustand nicht erreicht werden, dann Vorgänge 2. und 3. wiederholen.

4. Bei weißem Bild Farbreinheit mit Justiermikroskop überprüfen (Achtung: Farbtripel steht jetzt Kopf und seitenverkehrt). Dabei werden die Elektronenstrahlen in der Bildmitte so ausgerichtet, daß die leuchtende Fläche für jede Farbe nicht genau in der Mitte des zugehörigen Leuchtstoffpunktes liegt, sondern etwas – aber stets symmetrisch – zum Tripelmittelpunkt verschoben ist (Fachjargon: symmetrisches Schielen, **Bild 5.63–5**). Visuelle Kontrolle, ob im weißen Bild noch Farbschattierungen auftreten, bejahendenfalls Feinkorrektur nach 2. oder/und 3.

5. Einstellung an den Bildrändern:

Sind die Landungspunkte auf den Farbtripeln – vom Bildröhrenmittelpunkt aus gesehen – in allen vier Ecken nach außen verschoben (bei Mikroskopbetrachtung nach innen verschoben), so muß das Ablenkjoch in Richtung Bildröhrensockel zurückgezogen werden. Liegen die Landungspunkte auf den Farbtripeln in allen vier Ecken nach innen verschoben (bei Mikroskopbetrachtung nach außen verschoben), dann muß das Ablenkjoch in Richtung Bildröhrenkonus vorgeschoben werden. Bei unterschiedlichen Landungsabweichungen in den vier Ecken ist die günstigste Stellung zu suchen (evtl. Einstellung in Schirmmitte korrigieren).

6. Flügelschrauben bzw. Flügelmuttern am Spulentopf der Ablenkspule wieder fest anziehen. Bildlage kontrollieren und gegebenenfalls korrigieren.

7. Gerät wieder empfangsbereit machen.

Sonderfall

Soll ein Gerät an verschiedenen Aufstellungsorten und in verschiedenen Richtungen betrieben werden (z. B. ein Standgerät auf Rollen oder ein Portable), so ist folgendermaßen zu verfahren:

1. Gerät in Nord-Süd-Richtung betreiben, Farbreinheit nachprüfen, ggf. nach vorgenannter Anweisung einstellen.

2. Gerät in West-Ost-Richtung und Ost-West-Richtung drehen, in beiden Stellungen entmagnetisieren und Farbreinheit, wie zuvor angegeben, prüfen. Farbreinheit darf sich in beiden Stellungen nicht wesentlich ändern, sonst diese Sonder-Maßnahmen nach Punkt 1. und 2. wiederholen!

Bemerkungen:

Der Abgleich der Farbreinheit ist der wichtigste Einstellvorgang bei der Inbetriebnahme der Farbbildröhre. Er sollte mit größtmöglicher Genauigkeit durchgeführt werden, weil das Ergebnis die Güte der möglichen Farbwiedergabe bestimmt.

Ob die Farbreinheit vor oder nach dem Einstellen der Konvergenz abgeglichen wird,

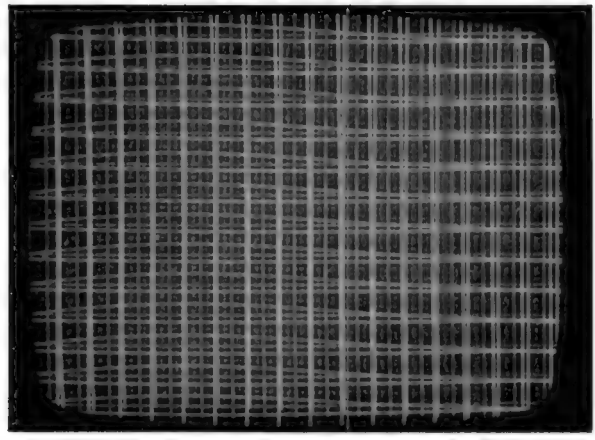


Bild 5.63–6 Kreuzlinienraster bei schlechter bzw. noch nicht eingestellter Konvergenz

ist an sich belanglos; beide Einstellungen beeinflussen sich gegenseitig, und so sind sie korrekterweise wechselseitig vorzunehmen.

Bei großen, sehr auffälligen Deckungsfehlern wird man zunächst die statische Konvergenz herbeiführen. Sind dagegen starke Farbreinheitsfehler zu erkennen, so sollte man zuerst die Farbreinheit herstellen (Abschnitt 5.632).

Bei den Kontrollen und Einstellungen ist strikt darauf zu achten, daß der Korb der Ablenkeinheit fest am Konus der Bildröhre anliegt; er darf sich auch mit kräftigem Ruck nach keiner Seite bewegen lassen. Die Polschuhe der Konvergenzeinheit müssen auf dem Bildröhrenhals aufliegen.

5.633 Konvergenz-Korrektur

Was unter Konvergenz zu verstehen ist, haben wir bei der Beschreibung der Farbbildröhre (5.4311) erfahren. Welche Konvergenzfehler es gibt und wie sie im Prinzip zu beseitigen sind, vermittelte der Abschnitt 5.4312. Welche Konvergenzschaltungen üblich sind, ist dem Abschnitt 5.58 zu entnehmen. Hier sei, bevor wir uns den Einstellvorgängen zuwenden, noch einmal daran erinnert, daß der Wirkungsbereich der statischen Konvergenz lediglich den Mittelteil des Bildschirms erfaßt (Bild 5.43–32). Darüber hinaus, etwa im Bereich eines dicken Balkenkreuzes, ist die Region der dynamischen Konvergenz, bei der man zwischen der Vertikal- und Horizontalkonvergenz zu unterscheiden hat. Bei den 110°-Bildröhren ist die Konvergenz noch zusätzlich in den vier Ecken des Bildschirms einstellbar. Man spricht hier von der *Eckenkonvergenz*.

Kommen wir nun zur Einstellpraxis. Sie beruht im Grunde auf verhältnismäßig einfachen „Spielregeln". Es gibt zwar kein Allgemeinrezept, gültig für alle Farbempfänger, doch haben es uns die Gerätehersteller insoweit leicht gemacht, als sie für jedes Chassis präzise Anweisungen für die Konvergenzeinstellung herausbringen und die verschiedenen Einstellorgane mit Symbolen versehen, die die Farbe und die örtliche Auswirkung jeder Einstellung kennzeichnen. Hierzu kommt der servicefreundliche Umstand, daß die gebräuchlichsten Knöpfe auf der sogenannten Konvergenzplatte vereint und schließlich bei vielen Geräten nach der Reihenfolge ihrer Grundeinstellungen beziffert sind. Diese Reihenfolge ist zweckmäßig einzuhalten, wobei angenommen wird, daß sich die Konvergenzfehler in noch bescheidenen Grenzen bewegen.

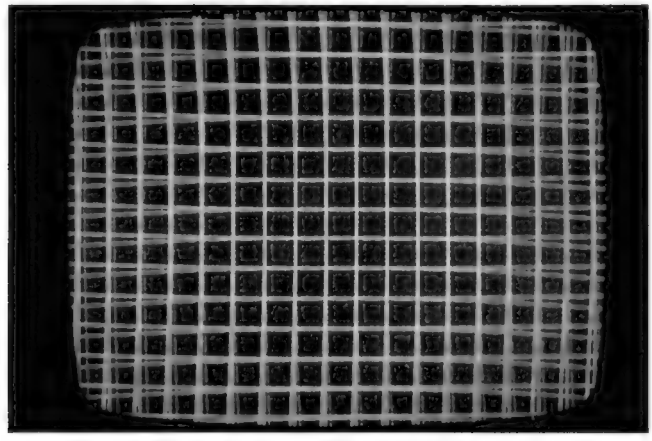


Bild 5.63–7 Kreuzlinienraster nach dem Einstellen der statischen Konvergenz

Treten erhebliche Konvergenzfehler auf **(Bild 5.63–6)**, etwa nach dem Auswechseln der Farbbildröhre oder von Teilen der Ablenk- und Konvergenzeinheit (oder wenn jemand planlos an den Knöpfen herumgedreht hat), so muß das Gerät von Grund auf neu eingestellt werden. Dann empfiehlt sich erst eine Grobeinstellung, der – wenn man ein halbwegs zufriedenstellendes Gittertestbild sieht, das bereits eine Orientierung zuläßt – die Feineinstellungen folgen. Wir werden hierauf noch näher eingehen.

Für den Fall, daß keine Fabrikunterlagen vorliegen und die Konvergenz nach Darstellung des Gittertestbildes nicht all zu sehr zu bemängeln ist, mag es angeraten sein, „gezielte" Einstellungen vorzunehmen, also solche, die gemäß Symbol an oder neben dem Einstellorgan für den oder die erkannten Fehler zuständig sind.

Zunächst sollen einige grundsätzliche Ausführungen über die statische und die dynamische Konvergenzkorrektur gemacht werden.

Statische Konvergenzkorrektur

Zur Kontrolle und zur Korrektur der statischen Konvergenz wählt man als Testbild am besten ein *Kreuzlinienraster* (Gittermuster) von kleiner Leuchtdichte. Hierbei ist der Mittenbereich zu betrachten. Weicht unser Testbild in diesem Bezirk von dem in **Bild 5.63–7** gezeigten ab, so wird zunächst das Blaustrahlsystem gesperrt und die Farbdeckung zwischen dem Rot- und dem Grünraster angestrebt. Das Ergebnis muß infolge der additiven Mischung ein Gelbraster sein.

Für die weitere Korrektur kommt es nun darauf an, ob zum Erreichen der statischen Konvergenz an dem zu prüfenden Gerät Dauer- oder/und Elektromagnete vorgesehen sind.

Statische Konvergenzeinstellung mit Dauermagneten

Bild 5.63–8 zeigt die Lage der hierfür vorgesehenen Einstellorgane, **Bild 5.63–9** deren Wirkrichtung, wobei aus Anschauungsgründen anstelle eines Gitterrasters jeweils nur ein Linienkreuz betrachtet wird. Man verschiebt also durch Drehen des entsprechenden Dauermagneten (Rotsystem) das rote, hier gestrichelt dargestellte Linienkreuz in der angegebenen Pfeilrichtung (Darstellung a) bis zum Schnittpunkt mit der Verschieberichtung des grünen Kreuzes. Gelangt dann dieses Kreuz (Darstellung b) genau an die Stelle des roten Kreuzes, so entsteht durch die additive Farbmischung ein gelbes Kreuz. Nun ist das blaue Strahlsy-

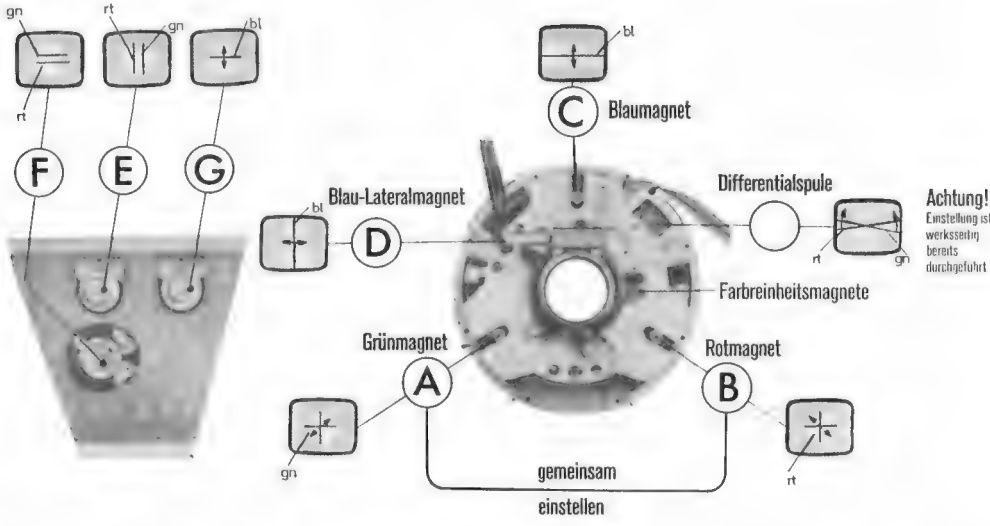


Bild 5.63–8 Art und Lage der Einstellglieder für die statische Konvergenz unter Verwendung von Dauer- und Elektromagneten (AEG-Telefunken-Chassis 709)

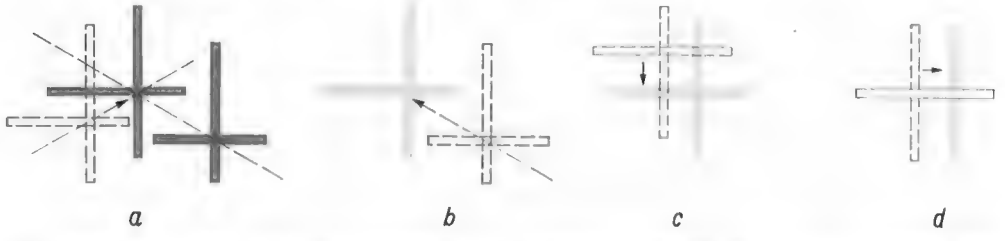


Bild 5.63–9 Wirkrichtungen beim Einstellen der statischen Konvergenz mit Hilfe von Dauermagneten

stem einzuschalten, und es müssen mit dem hierfür vorgesehenen Magneten die blauen horizontalen Linien mit den gelben zur Deckung gebracht werden (Darstellung c). Anschließend sind mit dem System für die seitliche Blauverschiebung, d. h. mit dem Blaulateralmagneten, die blauen senkrechten Linien mit den gelben zur Deckung zu bringen (Darstellung d), so daß auf dem Bildschirm ein weißes Strichmuster entsteht.

Statische Konvergenzeinstellung mit Elektromagneten

Wir orientieren uns erst über die Lage und Kennzeichnung der hierfür vorgesehenen Knöpfe auf der Konvergenzplatte.

Zunächst werden – bei Abschaltung des Blau-Strahlsystems – in Bildmitte die *roten und grünen vertikalen* Linien zur Deckung gebracht, dann die *roten und grünen horizontalen* Linien.

Anschließend ist das Blaustrahlsystem einzuschalten.

Nun sind in Bildmitte die *blauen horizontalen* Linien mit den gelben zur Deckung zu bringen (es entsteht ein weißes Linienmuster).

Dann müssen mit dem System für die seitliche Blauverschiebung (auf dem Röhrenhals) die blauen vertikalen Linien in Bildmitte mit den gelben zu Deckung gebracht werden, so daß ein weißes Kreuzli-

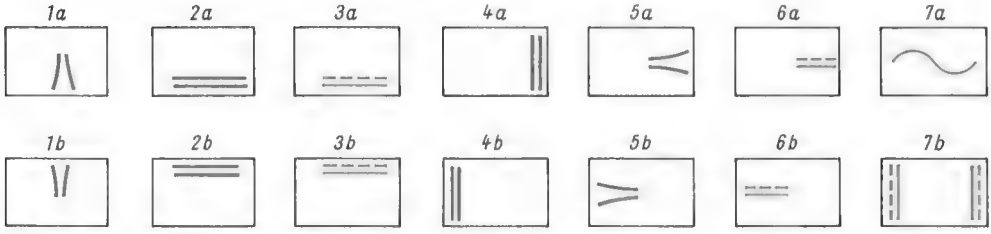


Bild 5.63–10 Wirkrichtungen beim Einstellen der dynamischen Konvergenz. Konvergenzplan für verschiedene Farbfernsehchassis von AEG-Telefunken, Blaupunkt, Nordmende und Siemens

nienmuster entsteht. Hierbei wird je nach Art des Blaulateralmagneten entweder der Dauermagnet selbst verstellt oder ein Potentiometer im Stromkreis einer durch Gleichstrom erregten Magnetspule, die auf den Polschuhen des Lateralmagneten sitzt.

Sollte jetzt die statische Konvergenz noch nicht befriedigen, so muß man die Einstellvorgänge wiederholen.

Dynamische Konvergenzkorrektur

Als Testbild wird gleichfalls ein Kreuzlinienraster von kleiner Leuchtdichte auf dunklem Untergrund gewählt ($I_{str} \leq 100\,\mu A$).

Auch hier und gerade für diese Korrektur müssen wir die Lage, den Zweck und den Wirkungsbereich der Einstellorgane kennen. Es kommen Potentiometer und Spulen mit Schraubkernen in Betracht, die sich durchweg auf der Konvergenzplatte befinden. Mit ihnen kann man nun die gewünschte Linearisierung und Deckung der roten, grünen und schließlich blauen Kreuzlinien über den Schirmbereich außerhalb des Mittelfeldes herbeiführen. Die Wirkungs(Korrektur-)bereiche auf dem Bildschirm sind in Bild 5.43–32 erfaßt.

Vergleicht man die Konvergenzpläne in den Serviceanleitungen über die Farbfernsehchassis der einzelnen Hersteller seit dem Baujahr 1967, so ist – wie bereits gesagt – hinsichtlich der Art und der Reihenfolge der Einstellungen leider keine umfassende Übereinstimmung vorhanden. Mitunter ändern sich die Anweisungen eines einzelnen Herstellers – sei es durch die Erfahrung oder einen ganz neuen Geräte-Typ – von einem zum anderen Baujahr. Es gibt aber auch Firmen, die durch teilweise Zusammenarbeit für eine Reihe von Empfängern verschiedener Baujahre zu einer gleichartigen Konzeption ihrer Service- und damit auch ihrer Konvergenzanweisungen gekommen sind. Hier sei ein solcher Plan der Firmen AEG-Telefunken, Blaupunkt, Nordmende und Siemens als Beispiel angeführt **(Bild 5.63–10).**

Es sind der Reihe nach folgende am Bildschirm erkenntliche geometrische und farbliche Figurationen herbeizuführen.

1 a. Vertikale rote und grüne Linien unten in Bildrandmitte zur Deckung bringen, so daß gelbe Linie entsteht (der Einsteller wirkt auch oben, obere Bildhälfte aber nicht beachten!)

1 b. Dasselbe oben in Bildrandmitte (der hierfür vorgesehene Einsteller wirkt nur in der oberen Bildhälfte).

2 a. Horizontale rote und grüne Linien unten in Bildrandmitte zur Deckung bringen, so daß gelbe Linie entsteht (obere Bildschirmhälfte nicht beachten).

2 b. Dasselbe oben in Bildrandmitte.

3 a. Horizontale blaue Linien unten in Bildrandmitte mit gelben Linien zur Deckung bringen, so daß weiße Linien entstehen.

3 b. Dasselbe oben in Bildrandmitte. (Den erreichten Zustand nach den Einstellungen 1 a...3 b zeigt **Bild 5.63–11.**)

4 a. Vertikale rote und grüne Linien am rechten Bildrand zur Deckung bringen.

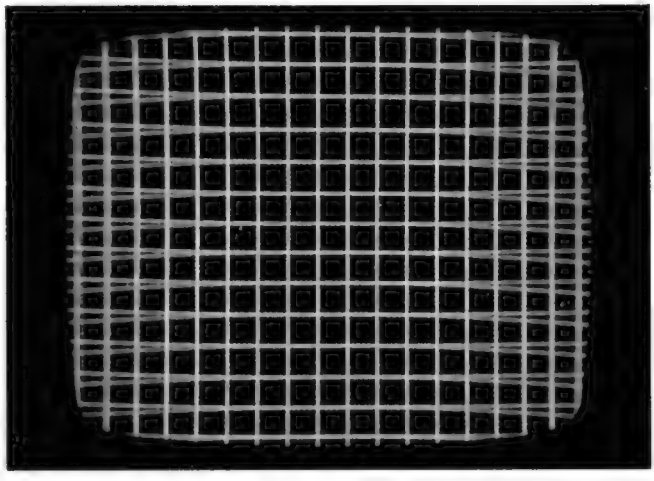


Bild 5.63–11 Kreuzlinienraster nach Einstellung der statischen und dynamischen vertikalen Konvergenz

4 b. Dasselbe am linken Bildrand. Die Einstellungen 4 a/4 b wiederholen. Statische Konvergenz kontrollieren und evtl. mit den Einstellern auf der Konvergenzplatte korrigieren.

5 a. Horizontale rote und grüne Linien an rechter Bildrandmitte zur Deckung bringen.

5 b. Dasselbe an linker Bildrandmitte. Die Einstellungen 5 a/5 b wiederholen, da sie sich evtl. gegenseitig beeinflussen. Ist eine exakte Korrektur nicht möglich, so sind die für 5 a/5 b vorgesehenen Einstellorgane (Potentiometer und Spulenkern) in Mittelstellung zu bringen und mit der in der Ablenkeinheit eingebauten Differentialspule die rote und grüne horizontale Mittellinie parallel einzustellen (oder zur Deckung zu bringen). Danach sind die Einstellungen 5 a/5 b zu wiederholen.

6 a. Horizontale blaue Linie an der rechten Seite mit gelber Linie zur Deckung bringen.

6 b. Dasselbe an der linken Seite.

7 a. Mit dem „Blauformer" die horizontale blaue Mittellinie möglichst ohne Durchhang an den Enden linearisieren, danach Vorgang 6 a/6 b wiederholen. Statische Blau-Konvergenz mit (Fein-)Einstellern auf der Konvergenzplatte korrigieren.

7 b. Vertikale blaue Linie an der rechten und linken Bildrandseite mit jeweils gelber Linie zur Deckung bringen. – Diese Kerneinstellung verschiebt die blaue Linie links und rechts gleichzeitig, aber entgegengesetzt. Erfolgt das Verschieben zur falschen Seite – was durch Abziehen des zum Blaulateralmagneten gehörenden Buchsensteckers leicht festzustellen ist –, so muß man den Stecker umgekehrt aufsetzen und eine Neueinstellung vornehmen. – In bestimmten Fällen (bei anders gestalteten Ablenksystemen) kann man einseitig auftretende Fehler durch geringes Verdrehen der Konvergenzeinheit gegen die Ablenkeinheit weitgehend kompensieren. Auch hier ist die Kerneinstellung 7 b zu wiederholen.

Nach Abschluß der gesamten Konvergenzeinstellung **(Bild 5.63–12)** ist es zweckmäßig, die drei Potentiometer für die statische Konvergenz noch einmal auf Mitte zu stellen und mit den vier Permanentmagneten die statische Konvergenz möglichst exakt wieder einzustellen. Man erhält dann einen größeren Variationsbereich für spätere einfache Servicefälle.

Bemerkungen:

Aus den gegebenen Beispielen ist leicht zu erkennen, daß die Einstellungen paarwei-

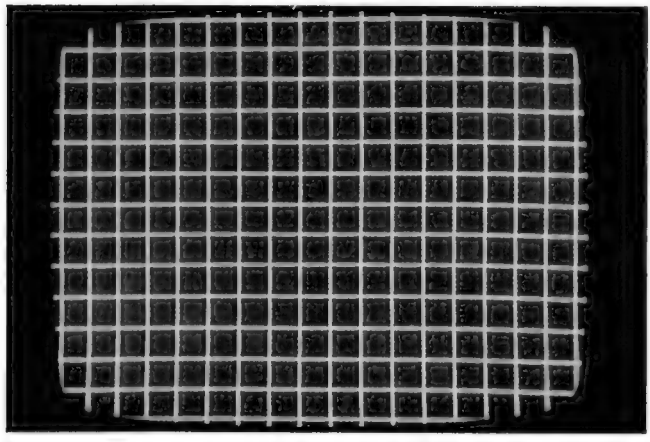


Bild 5.63–12 Kreuzlinienraster nach Einstellung der statischen und dynamischen Konvergenz

se vorzunehmen sind. Die Auswirkungen am Bildschirm unterscheiden sich lediglich dadurch, daß die eine Figuration oben, die andere unten oder die eine links und die andere rechts auftritt.

Es gibt Methoden (oder auch Umstände), wo zunächst die Linearisierung und erst dann die Deckung der Linien bzw. Raster anzustreben ist. In diesem Fall erscheint es manchmal vorteilhaft, die drei Raster etwas statisch zu divergieren, so daß die horizontalen bzw. die vertikalen Rot-, Blau- und Grünlinien etwas nebeneinander liegen. Man bemerkt dann, wo in welchen Bereichen Korrekturen durchgeführt werden müssen. Sind die Linien linearisiert und verlaufen sie parallel, so kann man die drei Raster ohne Schwierigkeiten wieder statisch konvergieren. Lapidar hieße also der Erfahrungssatz:

Erst divergieren, dann linearisieren und schließlich konvergieren!

Gemeinsam ist fast allen Konvergenzplänen, daß bei der Farbdeckung in Ausübung sowohl der statischen als auch der dynamischen Konvergenz Rot/Grün vor Blau steht.

Farbige Säume in den Ecken dürfen einen Abstand von max. 2 mm haben. Derartige Säume sind auf Unsymmetrien in der Ablenkeinheit und der Bildröhre zurückzuführen und kaum zu vermeiden.

Konvergenzkorrektur bei den 110°-Farbbildröhren

Die Konvergenzschaltungen sind bei den 110°-Röhren zwar anders aufgebaut als bei den 90°-Röhren (man verwendet jetzt aktive Bauelemente), doch bleiben die Konvergenzeinstellungen grundsätzlich die gleichen. Es kommen lediglich zwei oder vier neue Einsteller für die Konvergenz der Bildecken hinzu, die aber von den anderen unabhängig sind.

Bei der 90°-Farbbildröhre braucht man die Konvergenz nur entlang der horizontalen und vertikalen Mittellinie zu korrigieren, in den Bildschirmecken ergibt sie sich dann automatisch.

5.634 Graueinstellung

Bei diesem Service geht es um die unverfälschte Wiedergabe der Weiß- und Grauwerte beim SW-Empfang; es darf weder durch Variieren von Helligkeit und Kontrast noch durch das Steuersignal ein Farbstich auftreten. Solch eine Forderung wird nur erfüllt, wenn die drei Strahlströme der Farbbildröhre in einem bestimmten Verhältnis

stehen und dieses über den gesamten Kennlinienbereich hinweg erhalten bleibt. Man muß dabei berücksichtigen, daß der Wirkungsgrad der Leuchtstoffe, die in der Farbbildröhre verwendet werden, unterschiedlich ist und von Exemplar zu Exemplar streuen kann. Aus diesem Grund und weil außerdem durch Fertigungsstreuungen die Fußpunkte und die Steilheiten der drei Bildröhrenkennlinien abweichen können, ist eine Weißton- und Graueinstellung notwendig. Mit ihr werden durch unterschiedliche Steuer- und Elektrodenspannungen die drei Kennlinien so abgestimmt, daß das vorgegebene Verhältnis der drei Strahlströme für Weiß erreicht wird und auch im Bereich der ganzen Grauskala gilt.

Einstellanweisung

Hierbei richte man sich nach der jeweiligen Servicevorschrift!

Allgemein gilt:

1. SW-Signal auf Antenneneingang (Bild muß synchronisiert sein).
2. Farbtoneinsteller (Farbbalanceregler...), wenn vorhanden, in Null-(Mittel-, Rast-)stellung.
3. Einsteller (Knopf oder Schieber) für Farbe in Nullstellung, für Kontrast auf Mitte und für Helligkeit minimal.
4. Serviceschalter (meist vorhanden) in Servicestellung: Dadurch u. a. Vertikalablenkung (Bildkipp) außer Betrieb. Es erscheint – schwach angedeutet – eine weiße Linie.
5. Farbeinsteller (drei Potentiometer für die Schirmgitterspannungen) mit den Bezeichnungen oder/und Farben R (Rot), G (Grün) und B (Blau) in dieser Farbfolge so behutsam einstellen, daß Rot-, Grün- und Blaulinien gerade erkennbar sind und zusammen eine weiße Linie ergeben (Sperrpunkteinstellung). Bei größerer Helligkeit der einzelnen Linien wird das Angleichen auf gleiche Helligkeit und damit die Sperrpunkteinstellung ungenau.
6. Serviceschalter in Normalstellung zurückschalten. Kontrolle der Einstellungen nach Testbild mit Graukeil oder kontrastreichem Bild mit weißen Flächen. Gegebenenfalls mit anderen Potentiometern – siehe Serviceanweisung – helle Bildstellen neutral (unbunt) einstellen.
7. Graustufen an Hand eines geeigneten Testbildes kontrollieren; nötigenfalls Einstellvorgänge wiederholen.

5.7 Abgleicharbeiten am Farbfernsehempfänger

Auf die Bedeutung des Abgleichs und die Frage, wann und in welchem Umfang er bei Schwarzweißgeräten notwendig ist, wurde bereits im Abschnitt 4.61 eingegangen. Wir wissen daher, daß diese Arbeiten einen höheren Aufwand als die zuvor beschriebenen Service-Einstellungen verlangen, denn sie bedingen stets einen Eingriff in das Gerät und die Verwendung von hochwertigen Meßgeräten.

Das in Chassisgruppen oder größere Baueinheiten zerlegte Gerät nimmt, weil ja diese Bestandteile zur Erhaltung der Funktionsfähigkeit elektrisch gegenseitig und mit der Bildröhre verbunden bleiben, auch einen erheblichen Platz auf dem Werktisch ein; beim Kunden kann solch ein Service daher kaum durchgeführt werden.

Der Abgleich, namentlich bei Farbgeräten, sollte ausschließlich nach den Serviceanleitungen des Herstellers erfolgen, und zwar exakt in der vorgeschriebenen Reihenfolge. Die Meßpunkte (-stifte) zum Anschluß der Meßgeräte und die Abgleichorgane (Hf-Kerne und Potentiometer) gehen aus den Lageplänen dieser Anweisungen hervor. Jedes Laborieren auf Verdacht kann dazu führen, daß aus einer geringfügigen Verstimmung

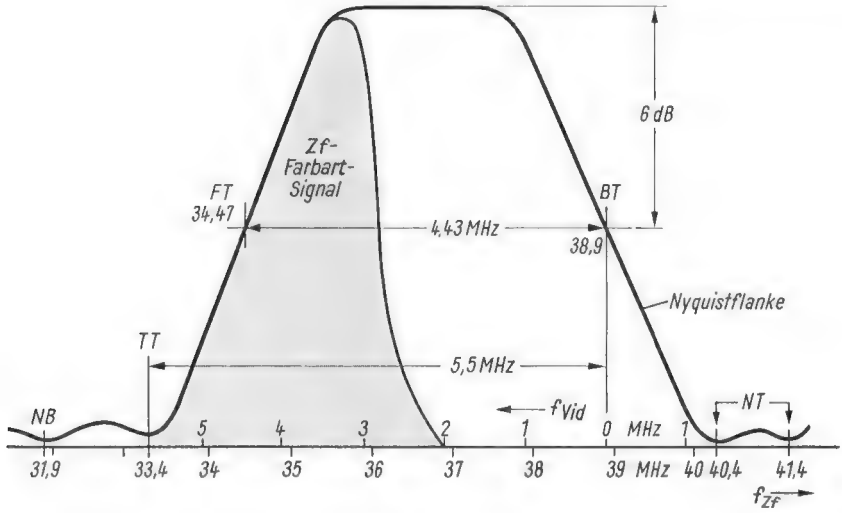


Bild 5.7–1 Durchlaßkurve des Bild-Zf-Verstärkers bei einem Farbfernsehempfänger. NB = Nachbar-Bildträger, TT = Tonträger, FT = Farbträger, BT = Bildträger, NT = Nachbar-Tonträger

eine erhebliche wird, die dann nur noch in den Werkstätten des Herstellers behoben werden kann.

Im folgenden werden lediglich einige grundsätzliche Ausführungen über den Abgleich gemacht, wobei besonders der Farbteil berücksichtigt wird.

Erforderliche Meßmittel:

Wobbler mit quarzkontrolliertem Markengeber. Zusätzlicher Markengeber oder Meßsender für 33,4 MHz (nur für Abgleich der 5,5-MHz-Falle).

Farbgenerator. Oszillograf mit Hf-Gleichrichtertastkopf. Elektronisches Voltmeter (Ri $\geq$ 10 MΩ). Einstellbare Gleichspannungsquelle bis ca. 25 V, Abgleichbesteck.

VHF/UHF-Tuner

Hier sei auf die Vorschriften und Empfehlungen im Abschnitt 4.63 hingewiesen.

Zf-Verstärker

Dieser Abgleich ist im Abschnitt 4.65 beschrieben, doch muß beim Farbempfänger zusätzlich der Farbträger (FT) von 34,47 MHz berücksichtigt werden. Er soll wie in **Bild 5.7–1** mitten auf der linken Flanke der Zf-Durchlaßkurve (sogenannte Chromaflanke) liegen, d. h. in der gleichen Höhe wie der Bildträger (BT) bei 38,9 MHz auf der Nyquistflanke. Ein korrekter Zf-Abgleich ist gerade für die Farbwiedergabe von entscheidender Bedeutung.

Allgemein gelten folgende Regeln:

1. Tuner auf senderfreien Kanal im Bereich III (ggf. IV) schalten.

2. Bei ausgeschaltetem (!) Gerät den Stekker der Ablenkeinheit und des Hochspannungsteils ziehen.

3. Zf-Verstärker (-platte) zugänglich machen. Abschirmhauben örtlich belassen.

4. Kurzschlüsse (Verbindungsbrücken) je nach Anweisung herstellen oder aufheben.

5. Vorspannungen für Tuner und Zf-Verstärker aus gesonderten Gleichspannungsquellen oder angezapft aus dem eigenen Stromversorgungsteil in richtiger Polarität und Größe an den vorgeschriebenen Einspeisepunkt legen.

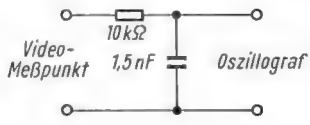


Bild 5.7–2 RC-Glied für Oszillografenanschluß am Videomeßpunkt

6. Wobblersignal für den Einzel-(Folge-) abgleich nach Vorschrift über Koppelglied jeweils an einen bestimmten Einspeisepunkt führen (z. B. an den Eingang der letzten, vorletzten und davor liegenden Zf-Stufe, bzw. an die VHF- und UHF-Mischstufe).

7. Oszillograf über RC-Glied (10 kΩ, 1.5 nF, **Bild 5.7–2**) mit dem Videomeßpunkt hinter dem Video-(Bild-)gleichrichter verbinden (vgl. Bild 4.65–7).

8. Ausgangsspannung des Wobblers so einstellen, daß sich am Videomeßpunkt eine Wobblerkurve mit einer Maximalamplitude nach Vorschrift ergibt (etwa 1,5...3,0 V_{ss}).

9. Nach dem Einschalten der Geräte 10 Minuten Einlaufzeit abwarten.

10. Beim dynamischen Abgleich werden unter Beachtung von Punkt 6 erfaßt:

das Diodenfilter (Abgleich nach Vorschrift unter Berücksichtigung der Eigenfalle für 33,4 MHz, Minimum),

die Bandfilter (Abgleich nach Vorschrift), zunächst bei maximaler Verstärkung, dann bei normaler Verstärkung kontrollieren.

Für die folgenden Positionen wird der Wobbler (mit Markengeber) über einen kleinen Kondensator (1...2 pF) mit dem in der Serviceanleitung angegebenen Meßpunkt verbunden:

die Falle für den Nachbarträger (Abgleich auf 31,9 MHz, Minimum),

die Falle für den Nachbartonträger (Abgleich auf 40,4 MHz, Minimum),

die Falle für den Eigentonträger (Tontreppe, Abgleich auf 33,4 MHz, Minimum (nur sichtbar, wenn der Oszillograf über RC-Glied an die Tondiode angeschlossen wird oder die Eigentonfalle im Diodenfilter verstimmt ist),

das Zf-Eingangsfilter,

die Zf-Kreise im Tuner.

Gesamt-Zf-Durchlaßkurve kontrollieren und – wenn nötig – verbessern;

Wobbler (ca. 36 MHz) mit Markengeber an vorgeschriebenen Tunermeßpunkt über Koppelglied anschließen.

Abgleichbeispiel:

Sekundärkreis des ersten und Primärkreis des zweiten Bandfilters so abgleichen, daß 38,9-MHz-Marke auf 50 % Höhe der Nyquistflanke sitzt und vorgeschriebene Dachform erreicht wird;

Sekundärkreis des zweiten Bandfilters so abgleichen, daß 34,47-MHz-Marke auf 50 % Höhe der „Chromaflanke" sitzt;

Tuner-Leitkreis (im Tuner) auf 36,15 MHz Maximum nachgleichen (im allgemeinen, auch bei Austauschtunern, nicht erforderlich!).

Abgleich von Punkt 10 wiederholen.

11. Danach Gesamt-Durchlaßkurve kontrollieren und korrigieren. Wobbler mit Markengeber über Symmetrierglied zunächst mit VHF-Antennenbuchsen verbinden. Tuner auf Bereich III geschaltet lassen und Wobbler auf Mittenfrequenz des gewählten Kanals einstellen (s. Tabelle 4.6–I). Entspricht die Kurve den Vorbildern oder Vorstellungen (z. B. Bild 5.7–1), dann den Wobbler mit Anpassungsgliedern an die UHF-Buchse anschließen, neue Mittenfrequenz des gewählten Kanals einstellen und auch diese Kurve überprüfen.

In beiden Fällen sollte die 38,9-MHz-Marke auf 50 % der Nyquistflanke, die 34,47-MHz-Marke etwa auf 50 % der Gegenflanke liegen.

Ton-Zf-Verstärker und FM-Demodulator

Hier hängt der Abgleich sehr von der Schaltungsart ab, ob nämlich der Empfänger noch mit dem herkömmlichen röhren- oder transistorbestückten Ton-Zf-Verstärker und dem für viele Baujahre üblichen Ratiodetektor ausgestattet ist oder ob er (etwa seit 1968/69) eine Integrierte Schaltung mit Produktdetektor aufweist (s. Abschnitt 4.665). Nachstehend seien beide Abgleichmethoden miteinander verglichen:

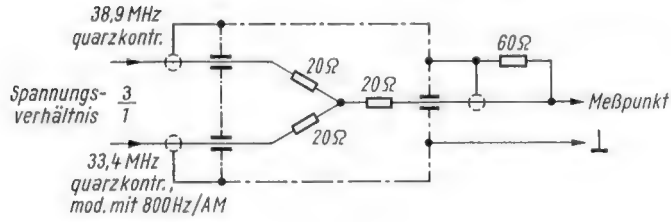


Bild 5.7–3 Entkoppelglied für den Abgleich der 5,5-MHz-Falle

Abgleichbeispiel für einen transistorbestückten Ton-Zf-Verstärker mit Ratiofilter

1. Bei ausgeschaltetem Gerät den Stecker der Ablenkeinheit (und des Hochspannungsteils) ziehen.

2. Ton-Zf-Verstärker mit Ratiodetektor (z. B. auf der Verstärkerplatte) zugänglich machen.

3. Zf-Verstärker elektrisch abtrennen oder über RC-Glied (z. B. Serienschaltung 1,5 nF, 330 Ω) gegen Masse kurzschließen.

4. Am Ratiodetektor parallel zum Ladekondensator zwei Widerstände von je 150 kΩ in Reihe schalten (vgl. Bild 4.66–12).

5. Gleichspannungsvoltmeter vom Mittelpunkt dieser Widerstände gegen Masse anschließen (Pluspol an Masse).

6. An einem bestimmten Meßpunkt vor dem 5,5-MHz-Tongleichrichter über ein Entkopplungsglied **(Bild 5.7–3)** zwei unmodulierte, quarzkontrollierte Sendersignale von 38,9 MHz und 33,4 MHz (z. B. vom Markengeber eines Wobblers und einem weiteren Meßsender) einspeisen.

7. Diese Sendersignale so bemessen, daß ein Ausgangsverhältnis von etwa

$$\frac{U_{38{,}9\ \mathrm{MHz}}}{U_{33{,}4\ \mathrm{MHz}}} = \frac{3}{1}$$

entsteht. Die Gesamtausgangsspannung dann im angegebenen Verhältnis derart einstellen, daß am Mittelpunkt der beiden 150-kΩ-Widerstände 1,5 V AVC gemessen werden. Beim nachfolgenden Abgleich diesen Betrag durch Verringern der Ausgangsspannung halten.

8. Primär- und Sekundärspule des Ton-Zf-Eingangsbandfilters auf AVC-Maximum abgleichen, desgleichen die Primärspule des Ratiofilters.

9. *Diskriminator-Abgleich:* Pluspol des Gleichspannungsvoltmeters jetzt an den Nf-Ausgang des Ratiodetektors legen und Ratiospule auf Nulldurchgang abgleichen,
oder:
AM-Unterdrückung: Sendersignal 33,4 MHz mit 30% 800 Hz AM-modulieren. Oszillograf bzw. elektronisches Nf-Voltmeter an den Nf-Ausgang anlegen und mit Ratiospule auf Minimum abgleichen.

10. *Abgleich der 5,5-MHz-Sperre:* Sender für 33,4 MHz weiter mit 800 Hz 30% AM-modulieren. Oszillograf an einen Meßpunkt hinter der 5,5-MHz-Sperre anschließen. 33,4-MHz-Sperre im Diodenfilter (nicht verwechseln mit der Eigentonfalle von 33,4 MHz) leicht verstimmen, 5,5-MHz-Sperre auf Minimum abgleichen.

11. Neuabgleich der 33,4-MHz-Sperre im Diodenfilter; diese wieder auf 33,4 MHz Minimum abgleichen.

Abgleichbeispiel für einen IS-bestückten Ton-Zf-Verstärker mit Produktdetektor

1. Wie zuvor.
2. Wie zuvor.
3. Meßsignal (FM-mod. Tonträger aus Farbgenerator) oder Sendersignal (Prüfton zum Testbild) an Antenneneingang (etwa 2 mV/60 Ω).
4. Elektronisches Nf-Voltmeter bzw. Oszillograf an „heißen Punkt des Lautstärkeeinstellers" oder entsprechenden Meßpunkt.

5. Abgleich des Zwischen-(Demodulator-) Kreises (s. Schaltbild oder entsprechende Serviceanleitung) auf Maximum.

6. Eingangsbandfilter des Ton-Zf-Verstärkers ebenfalls auf Maximum abgleichen, dabei Serviceanleitung beachten, weil der IS-Baustein nicht im Begrenzerbereich arbeiten sollte (Eingangsspannung entsprechend reduzieren).

Farbartsignal-(Chrominanz-)verstärker

Der Abgleich dieses Verstärkers setzt den korrekten Abgleich des Bild-Zf-Verstärkers und der 5,5-MHz-Falle voraus.

1. Tuner auf senderfreien Kanal im Bereich III (ggf. IV) schalten, Farbkontrasteinsteller auf Nullanschlag.

2. Bei ausgeschaltetem Gerät Stecker der Ablenkeinheit (und des Hochspannungsteils) ziehen.

3. Farbartverstärker zugänglich machen.

4. Konstante Basis-(Regel-)vorspannungen für Tuner, Zf-Verstärker und Farbartverstärker nach Anweisung anschließen.

5. Wobblersignal im Zf-Bereich und zusätzliche Frequenzmarke (38,9 MHz) am Tuner-Meßpunkt über Entkopplungsglied nach Bild 5.7–3 einspeisen.

6. An „heißen Punkt" des Farbkontrasteinstellers oder entsprechenden Meßpunkt Oszillografen anschließen und die Wobblerspannung derart einstellen, daß sich hier ein Spannungsbetrag laut Serviceanleitung ergibt.

Die Mittenfrequenz dieser Wobblerkurve **(Bild 5.7–4)** soll bei 4.43 MHz (entspricht der Zwischenfrequenz von 34,47 MHz) liegen.

Achtung! Marken- und Wobblerspannung darf nicht zu groß sein, da sonst Zf-Verstärker übersteuert werden kann. Unbedingt Serviceanleitungen beachten!

Weitere Abgleicharbeiten im Farbteil

Über den Farbartverstärker hinaus ist im Bedarfsfall noch eine Reihe weiterer wichtiger Stufen auf richtigen Abgleich zu kontrollieren und zu korrigieren. Da gerade in diesen Stufen die Konzepte der einzelnen

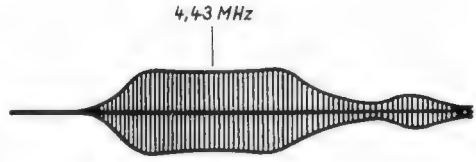


Bild 5.7–4 Wobbelkurve am Ausgang des Farbartverstärkers

Farbfernsehchassis sehr unterschiedlich sind, kann hier nur ein allgemeiner Überblick geboten werden. Es empfiehlt sich auf jeden Fall, wegen spezieller, bei solchen Abgleich- und Kontrollvorgängen zu treffenden Maßnahmen (Einführung von Vorspannungen, Spannungskontrollen, Vermeidung von Übersteuerungen usw.) die zugehörigen Serviceanleitungen zu beachten. Bei den vorgenannten Stufen handelt es sich um folgende:

Laufzeitmodulator
(vergl. Abschnitte 5.434 und 5.53)

Farbart-Synchrondemodulatoren
(vergl. Abschnitte 5.435 und 5.54)

Farbartbalance (vergl. Seite 533)

Burstverstärker (vergl. Abschnitt 5.436)

Referenzträgeroszillator
(vergl. Abschnitte 5.437 und 5.56)

PAL-Identifikation
(vergl. Abschnitte 5.438 und 5.57)

Laufzeitdemodulator

Als Prüfsignal für den sich unmittelbar an den Farbartsignalverstärker anschließenden Laufzeitdemodulator verwendet man entweder das Farbbalken-Testbild oder eine unmodulierte quarzgenaue 4.43-MHz-Schwingung aus einem Farbgenerator. Dabei muß die Taste „NTSC" oder „PAL-AUS" gedrückt sein. Diese Signale können entweder Hf-moduliert in die Antennenbuchse oder direkt (über einen Trennkondensator) an den Eingang des Farbartsignalverstärkers geführt werden.

Als Indikator schließt man an den Eingang des V-Synchrondemodulators einen Oszillografen an. Es ist zweckmäßig, den

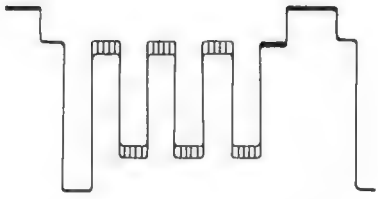


Bild 5.7–5 Oszillogramm A zur Einstellung der Farbartbalance

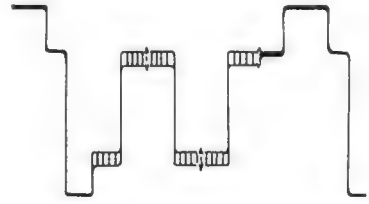


Bild 5.7–6 Oszillogramm B zur Einstellung der Farbartbalance

Farbabschalter und den Referenzträgeroszillator außer Betrieb zu setzen. Der Farbkontrasteinsteller soll in Mittelposition stehen.

Der Abgleich erfolgt derart, daß man mit der durch „Phase" im Schaltbild bezeichneten Spule und mit dem durch „Amplitude" benannten Trimmwiderstand die vom Oszillografen angezeigte Spannung auf Minimum einstellt. Dieser Abgleich erfolgt wechselweise. Weil dabei die angezeigte Spannung fast auf den Nullwert zurückgeht, muß im gleichen Maße die Y-Verstärkung des Oszillografen jeweils erhöht werden.

Farbart-Synchrondemodulatoren

Die gegebenenfalls über Treiberstufen aus dem Laufzeitdemodulator gespeisten Synchrondemodulatoren für das F_V- und F_U-Signal sind im Prinzip nur auf maximale Ausgangsspannungen abzugleichen. Hierzu führt man das Hf-modulierte Farbbalkensignal den Antennenbuchsen zu, stellt den Farbkontrasteinsteller etwas unterhalb der Mittelposition und schließt den Oszillografen an den Ausgang der Farbdifferenz- oder RGB-Endstufen an.

Farbartbalance

Mit der in einigen Farbempfängern einstellbaren „Farbartbalance" läßt sich die im Sender vorgenommene Amplitudenbewertung der Farbdifferenzsignale (vergl. Abschnitt 5.411) wieder exakt rückgängig machen. Diesen Vorgang kann man bei Empfängern mit RGB-Endstufen sehr leicht durch ein Farbbalkensignal kontrollieren. Hierzu wird der Oszillograf an den B-Ausgang angeschlossen und der Kontrast- wie Farbkontrasteinsteller in solche Position gebracht, daß sich ein Oszillogramm nach **Bild 5.7–5** ergibt. Dann legt man den Oszillator an den R-Ausgang und justiert bei gleicher Einstellung des Kontrastes und des Farbkontrastes mit dem Balanceeinsteller die Ausgangsspannung nach **Bild 5.7–6.**

Burstverstärker

Im Regelfall ist der Burstverstärker nur auf maximale Verstärkung zu kontrollieren. Hierzu wird der Oszillograf über einen kleinen Kondensator (maximal 1pF) an den „heißen Punkt" des Ausgangskreises gelegt und dieser auf max. Spannung abgeglichen.

Referenzträgeroszillator

Zum Abgleich des Referenzträgeroszillators dient wiederum das Farbbalkentestbild. Zunächst werden die Burstverstärkerstufe (durch eingangsseitigen Kurzschluß, Achtung, Serviceanleitung befolgen!) und der Farbabschalter außer Betrieb gesetzt. Der Farbkontrast ist auf Mittelwert einzustellen. Stimmt die Frequenz des Referenzträgeroszillators nicht, so erscheinen auf dem Bildschirm innerhalb der einzelnen Farbbalken schräge Streifen von unterschiedlicher Farbe. Mit dem durch „Frequenz" im Schaltbild bezeichneten Einstellorgan – es kann eine Spule oder ein Trimmwiderstand sein – ist die Frequenz des Referenzträgeroszillators derart nachzustellen, daß ein annähernd stehendes Farbbild mit richtigen Farben erreicht wird. Dieser Zustand ist ähnlich dem der Stabilisierung der Zeilensynchronisation, aber hier nur auf den Farbinhalt des Bildes bezogen.

PAL-Identifikation

Bei einigen Empfängern wird zur Aussiebung des PAL-Identifikationssignals (7,8 kHz) noch ein Schwingungskreis benutzt. Verwendet man als Prüfsignal auch in diesem Fall das Farbbalken-Testsignal, so ist lediglich die an dem 7,8-kHz-Kreis auftretende Spannung auf ihren Maximalwert einzustellen (Service-Anleitung beachten!). Die sichere Funktion dieser Stufe kann man bei schwachem Testsignal dadurch kontrollieren, daß man einige Male auf einen Leerkanal und wiederum auf den empfangenen Kanal hin- und hertastet, wobei jedesmal das Farbbild in der richtigen Folge erscheinen muß.

Abschließend zu diesen Servicearbeiten sei noch gesagt, daß es, soweit man mit Farbgeneratoren gearbeitet hat, auf jeden Fall empfehlenswert ist, die vorgenommenen Einstellungen mit Hilfe eines Sender-Farbtestbildes und anhand des wiedergegebenen Bildes zu überprüfen.

5.8 Fehlersuche am Farbfernsehempfänger

Wie für Schwarzweißempfänger, so hat man auch seit dem Aufkommen der ersten Farbgeräte geeignete Methoden erdacht und stetig durch die Praxis verfeinert, mit dem Ziel, in möglichst kurzer Zeit etwa auftretenden Fehlern auf die Spur zu kommen. Naturgemäß sind beim Farbgerät die Fehlererscheinungen mannigfaltiger als bei einem Schwarzweißempfänger. Die größere Fehlerhäufigkeit beim Farbgerät ist aber nicht nur durch den Farbteil bedingt, sondern auch durch jene Stufen, die zwar für Farb- und SW-Empfang gemeinsam benutzt werden, jedoch in einem SW-Empfänger nicht enthalten sind.

Für das Raster gilt im Prinzip das unter 4.33 Gesagte. Für die Kontrolle des Rasters kommen wir an sich ohne Signal aus. Das Signal ist erst nötig, wenn wir die Vertikal- (Bild-) und Horizontal- (Zeilen-)synchronisation begutachten müssen. Als Bild genügt dann die einfachste Information, eine schlichte Weiß- oder auch Farbfläche, die jeder (Farb-)Signalgenerator abgibt. Im allgemeinen wird man aber ein Linien-(Gitter-)muster bevorzugen, weil es Raster- und Synchronisierfehler verdeutlicht. Bei Farbempfängern kann man danach auch – wie im Abschnitt 5.63 beschrieben – die Konvergenz einstellen.

Kommen wir jetzt zur eigentlichen Bildwiedergabe, so ist beim Farbempfänger natürlich das Farbbild vorrangig. Ein vollständiges Farbbild setzt stets die einwandfreie Wiedergabe eines Schwarzweißbildes, d. h. die getreue Reproduktion des Leuchtdichte-(Y-)Signals, voraus. Daher muß man bei gestörter Farbwiedergabe erst einmal feststellen, ob das Schwarzweißbild in Ordnung ist. Der Farbkontrasteinsteller wird also in die Nullstellung gebracht und gegebenenfalls der Farbkanal durch einen Eingriff im Gerät abgeschaltet.

Was nun die Methoden der Fehlersuche anbelangt, so gehen wohl alle zunächst von den äußeren optischen und akustischen Erscheinungen des Fehlerbildes aus. Bei Schwarzweißempfängern sprachen wir von drei „Indikatoren", dem Raster, dem eigentlichen Bild und dem Ton. Bei einer Methode für Farbempfänger sollten wir zwischen Schwarzweiß-(SW-)Bild, Farbe und Ton unterscheiden. Fehler unter dem Begriff Raster sind in diesem Buch – wie schon gesagt – unter 4.33 zu finden. Nach diesen Gesichtspunkten ergibt sich wegweisend für die anschließend aufgeführten Kurzbeschreibungen einiger markanter Fehler die auf Seite 536 gebrachte Tabelle 5.9–I *Grundschema für die Fehlersuche an Farbfernsehempfängern*, bei der wieder durch einen offenen, einen schraffierten und einen voll ausgefüllten Kreis die drei Aussagen: fehlt, fehlerhaft und in Ordnung gekennzeichnet

sind. Als Signalquelle dient ein Farbbalkensignalgenerator, der auf dem Bildschirm des zu untersuchenden Empfängers das Farbbalkenmuster nach Bild 5.41–3 reproduziert.

Die Tabelle ist in ihrem Gesamtaufbau allgemein gehalten, sie gilt also hinsichtlich der angegebenen Grundfehler für die verschiedenen Schaltungskonzepte. Eine weitergehende Detaillierung – wie sie einzelne Hersteller in speziellen Informationsschriften bieten, zum Beispiel AEG-Telefunken in seinen Broschüren „Service-System ...", ist immer nur einem bestimmten Gerätechassis angemessen. Hier kann man die Tabellen in Pyramidenform – ähnlich einem Stammbaum – aufbauen, und der Anwender wird dann im schrittweisen Verfolgen der aufgezeigten Erscheinungen die ordnungsgemäß funktionierenden Stufen aussieben, bis nur noch die fehlerhafte Stufe selbst übrigbleibt. Für die Anwendung der einen wie der anderen Fehlersuch-Methode gelten folgende unbedingt einzuhaltenden Regeln:

1. Für das Beurteilen des Farbbildes darf die Farbsättigung nicht zu stark eingestellt werden. Nur eine mittlere Einstellung bietet genügend Unterscheidungsmöglichkeiten. Extremeinstellungen dienen Sonderzwecken.

2. Auch Helligkeit und Kontrast sollen normal eingestellt sein. Besonders zum Beurteilen einer farbigen Zeilenstruktur ist es wichtig, daß die Zeilen nicht zu dick werden und ineinanderlaufen.

3. Ist das Beurteilen einer Farbe nicht eindeutig möglich (z. B. bei einem leichten Farbstich der sonst unbunten Y-Information), so ist die Raumbeleuchtung abzuschalten. Kunstlicht – besonders von Leuchtstofflampen – kann die Farben stark verfälschen.

4. In besonders kritischen Fällen – wenn z. B. eine bestimmte Farbe beim Verstellen des Farbkontrastes beobachtet werden soll – empfiehlt es sich, benachbarte Farbbalken abzudecken.

5. Es ist unbedingt zu beachten, daß das schrittweise Vorgehen mit äußerster Sorgfalt durchgeführt wird. Ein einmal falsch beschrittener Weg kann nicht mehr zur defekten Stufe führen.

6. Voraussetzung beim Anwenden der Tabellen ist auch, daß man nicht vorher versucht hat, Farbverfälschungen durch irgendwelche Service-Einstellungen (z. B. Grauabgleich) zu kompensieren. Zwei oder mehrere Fehler, die gleichzeitig bestehen (was auch durch einen Fehlabgleich zustande kommen kann), sind in den Tabellen nicht direkt enthalten.

Wenn in der Spalte „Näherer Befund" nicht angegeben ist, ob es sich um einen Empfänger mit RGB- oder Farbdifferenzansteuerung der Bildröhre handelt, so kann der Fehler bei beiden Ansteuerungsarten auftreten.

Kommt der Fehler bei der einen oder anderen Ansteuerungsart vor, so ist dies besonders vermerkt.

Tabelle 5.9–I. Grundschema für die Fehlersuche an Farbfernsehempfängern

Tabelle 5.9–I. Grundschema für die Fehlersuche an Farbfernsehempfängern

SW-Bild	Farbe	Ton	Fehlerort	Abschnitt
○	○	○	Spannungsversorgung, Mehrbereichtuner, — — Bild-ZF-Verstärker, Bildgleichrichter, Y-Verstärker, getastete Regelung	5.91 4.3 4.41, 4.43
○	○	●	Y-Verstärker; Bildröhre oder deren Spannungsversorgung; Horizontalablenkung, einschließlich Hochspannungsversorgung	5.92 4.42
○	●	●	Y-Verstärker, Leuchtdichte-Gleichrichter	5.93
●	○	○	Ton-Farbartgleichrichter	5.94
●	○	●	Farbartverstärker, Farbkontrast-Automatik, Burstverstärker, Diskriminator, Regelspannungs-Verstärker und Nachstimmstufe für Referenzträger-Oszillator. Ref.-Träger-Osz. selbst. Ref.-Träger-Verstärker. Diskriminator für Farbschalter, Schaltspannungsverstärker (PAL-Identifikation). Flip-Flop, PAL-Schalter	5.95
◍	◍	●	Konvergenz, Matrix, RGB- oder Farbdifferenz-Endstufen, Klemmschaltung, Synchron-demodulatoren	5.96
◍	●	●	Y-Verstärker	5.97
●	◍	●	Farbartverstärker, Farbkontrast-Automatik (ACC), PAL-Laufzeitdemodulator, Treiberstufen und Synchrondemodulatoren, Matrix, Farb-differenz-Endstufen, 7,8-kHz-Oszillator, Flip-Flop, PAL-Schalter	5.98
●*	●	●	Farbkontrast-Automatik (ACC), PAL-Laufzeit-demodulator, Farbabschalter, 7,8-kHz-Oszillator, Schaltspannungsverstärker (PAL-Identifikation)	5.99

○ fehlt ◍ fehlerhaft ● in Ordnung

* Es können trotzdem Fehler im Farbteil vorliegen, die z. B. erst unter besonderen Empfangsbedingungen auftreten.

5.9 Systematische Fehlerortung an Farbfernsehgeräten nach Tabelle

5.91 SW-Bild, Farbe und Ton fehlen ○○○

Bei diesem Zustand entspricht die Fehlersuche im Farbempfänger der im SW-Empfänger, weil die dafür in Frage kommenden Stufen praktisch gleichartig aufgebaut sind. Andere Dimensionierungen sowie zusätzliche Sperrkreise im Bild-Zf-Verstärker sind hier für die Fehlersuche bedeutungslos. Wir können deshalb nach den Angaben in den Abschnitten 4.41 und 4.43 verfahren.

5.92 SW-Bild und Farbe fehlen, Ton i. O. ○○●

Auch hier stimmt die Fehlersuche mit der bei einem SW-Empfänger im wesentlichen überein (Abschnitt 4.42). Dabei sind Y- und Videoverstärker gleichzusetzen. Weist der Hochspannungsteil des Farbempfängers eine Ballaströhre auf, so ist am Glühen ihres Anodenbleches zu erkennen, daß Hochspannung vorhanden ist und der Fehler infolgedessen im Y-Verstärker oder an der Bildröhre liegen muß. Wird keine Ballaströhre im Gerät verwendet, so ist der Nachweis der Hochspannung auf statischem Wege möglich, indem man einen Papierstreifen an den Hochspannungskontakt der Bildröhre hält. Der Streifen wird angezogen, wenn die Röhre unter Spannung steht.

Die freien Seitenteile empfiehlt der Verfasser mit Notizen über eigene Beobachtungen auszufüllen.

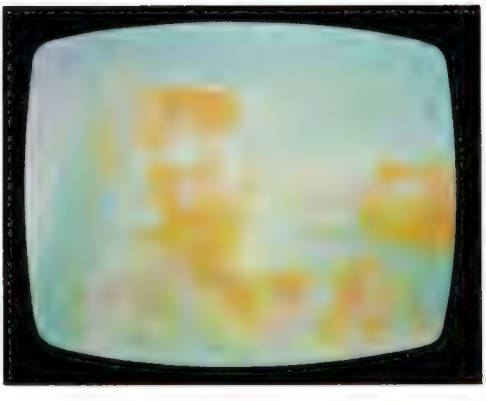
5.93 SW-Bild fehlt, Farbe und Ton i. O. ○○●

Näherer Befund	*Mögliche Ursache*	*Fehlersuche bzw. Abhilfe*
Schwarzweißinformation fehlt, das Farbbild ohne diese Information ist standfest (synchronisiert). Mittlere Helligkeit eingestellt (Bild a, b)	*Bei Geräten mit RGB-Konzept:* Wenn Y-Verstärker galvanisch gekoppelt: Zuleitung zum Konstrastpotentiometer unterbrochen	Leitung und Steckerverbindungen mit Ohmmeter prüfen, etwaige Unterbrechungen beseitigen
	Anmerkung: Wenn Fehler an anderen Bauelementen des Y-Verstärkers vorliegen, ist der Arbeitspunkt der RGB-Endstufen meist so verschoben, daß der Bildschirm dunkel ist	
	Bei Geräten mit FDS-(Farbdifferenz-)Konzept:	
	Endstufe des Y-Verstärkers defekt	Arbeitsbedingungen der Y-Endstufe untersuchen und ggf. Röhre, Transistor oder sonstige Bauelemente auswechseln
Das Farbbild (ohne Y-Information) bewegt sich in vertikaler und/oder horizontaler Richtung und ist mit den Einstellern für Zeile und Bild nicht zu stabilisieren. (Mittlere Helligkeit eingestellt) (Bild c)	Leuchtdichte-Gleichrichter defekt (dieser ist vorhanden, wenn Farb- und Tonsignal zuvor gemeinsam ausgekoppelt werden)	Gleichrichterdiode mit Ohmmeter prüfen

5.94 SW-Bild i. O., Farbe und Ton fehlen ●○○

Es ist nur ein SW-Bild sichtbar	Kombinierter Farbart- und Tongleichrichter defekt	Diesen mit Ohmmeter prüfen

a) Farbbalkenbild ohne Y-Information



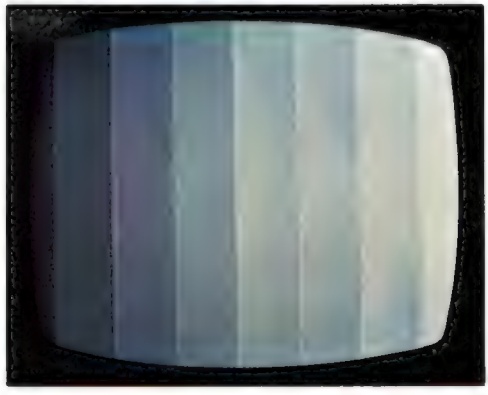
b) Farb-(Szenen-)bild ohne Y-Information

c) Farbbalkenbild ohne Y-Information bewegt sich in vertikaler Richtung

5.95 SW-Bild i. O., Farbe fehlt, Ton i. O.

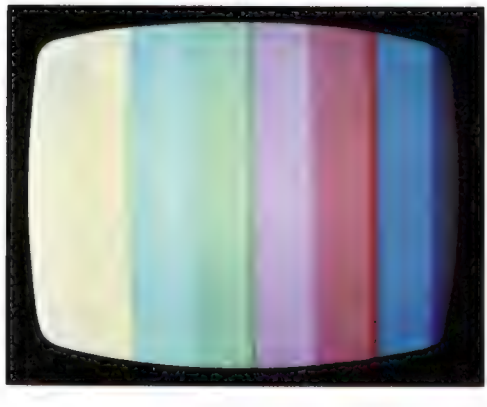
Näherer Befund	*Mögliche Ursache*	*Fehlersuche, bzw. Abhilfe*
Nachdem der automatische Farbabschalter durch geeignete Maßnahmen (s. Serviceschrift) gesperrt, der Farbkanal also geöffnet wurde	Fehler im Farbartverstärker	Farbartsignal mit Oszillograf von Stufe zu Stufe verfolgen. Nach Einkreisung der defekten Stufe mit Voltmeter fehlerhaftes Bauelement ermitteln
. . . erscheint dennoch keine Farbe (Bild a)	Bei Empfängern mit automatischer Farbkontrastregelung: Regelspannungsverstärker defekt	Regelspannung messen und Arbeitsbedingungen prüfen
	Referenzträgeroszillator (4,43 MHz) schwingt nicht	Mit Oszillograf Schwingspannung messen
	Betriebsspannungen der Oszillatorstufe fehlen	Betriebsspannungen mit Angaben im Schaltbild vergleichen
	Quarz oder Oszillatorröhre bzw. -Transistor defekt	Quarz versuchsweise ersetzen, Röhre bzw. Transistor prüfen, ggf. auswechseln
	Schluß der Nachstimmdiode bzw. defekte Reaktanzröhre für den Oszillator	Diode bzw. Reaktanzröhre prüfen, ggf. auswechseln
. . . ist die Farbwiedergabe einwandfrei (Bild b)	Richtspannung für den automatischen Farbabschalter fehlt; Farbträger-Zuleitung unterbrochen	Farbträgersignal mit Oszillograf verfolgen, etwaige Unterbrechungen beseitigen
	Kurzschluß bzw. Unterbrechung in den Diodenzweigen des Farbabschalter-Diskriminators	Dioden und andere Bauelemente prüfen, ggf. auswechseln
. . . wird das Farbbild nur schwach sichtbar (Bild c)	Feinabstimmung des VHF- bzw. UHF-Tuners falsch	Tunereinstellung kontrollieren
	Fehlabgleich des Burstfilters oder des Bild-Zf- oder Farbartsignalverstärkers	Abgleich nach Serviceanleitung kontrollieren

a) Farbe fehlt Grautreppe i. O.



b) Farbbalkenbild i. O.

c) Farbsättigung zu gering



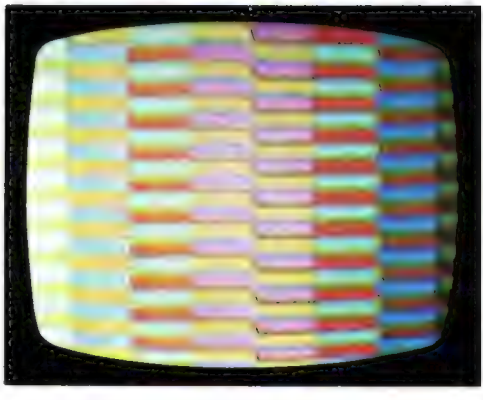
5.95 SW-Bild i. O., Farbe fehlt, Ton i. O.

Näherer Befund	*Mögliche Ursache*	*Fehlersuche bzw. Abhilfe*
Nachdem der automatische Farbabschalter durch geeignete Maßnahmen (Serviceschrift) gesperrt, der Farbkanal also geöffnet wurde		
. . . sind breite durchlaufende Querstreifen*) sichtbar. (Farbiges Rauschen im Weißbalken) (Bild a)	Burstverstärker defekt	Oszillogramme am Ein- und Ausgang des Burstverstärkers kontrollieren, ggf. Transistor auswechseln
	Betriebsspannungen des Burstverstärkers fehlen	Spannungszuleitungen prüfen
	Auftastimpulse des Burstverstärkers fehlen	Auftastimpuls am Eingang der Stufe oszillografieren
. . . sind (ca. 25) schmale durchlaufende Querstreifen*) sichtbar (Bild b)	Diskriminator für Referenzträgeroszillator fehlerhaft	In diesem Fall weicht die Diskriminator-Richtspannung beträchtlich vom Nullwert ab
	Schluß einer Diskriminator-Diode	Diode mit Ohmmeter prüfen
	Quarz des Referenzträgeroszillators fehlerhaft	Quarz überprüfen und ggf. auswechseln
Nach Sperren des automatischen Farbabschalters sind (mehr als 50) sehr schmale durchlaufende Querstreifen*) sichtbar. (Referenzträgeroszillator schwingt weit außerhalb des Fangbereiches). Bei mittlerer Farbsättigung ist weißer Balken i. O. (Bild c)	Reaktanzstufe (z. B. Nachstimmdiode des Referenzträgeroszillators) defekt	Arbeitsbedingungen der Reaktanzstufe prüfen, ggf. Röhre bzw. Nachstimmdiode auswechseln

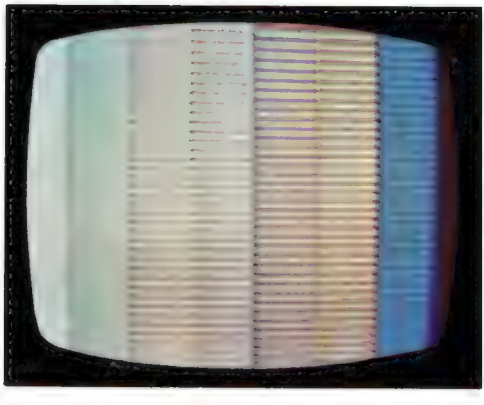
*) Ein farbiger Querstreifen entspricht 50 Hz Frequenzabweichung des Referenzträgeroszillators von der Sollfrequenz (4 433 618,75 Hz)

a) Breite durchlaufende farbige Querstreifen

b) Schmale durchlaufende farbige Querstreifen



c) Sehr schmale durchlaufende farbige Querstreifen



5.95 SW-Bild i. O., Farbe fehlt, Ton i. O.

Näherer Befund	*Mögliche Ursache*	*Fehlersuche bzw. Abhilfe*
Nachdem der automatische Farbabschalter durch geeignete Maßnahmen (s. Serviceschrift) gesperrt, der Farbkanal also geöffnet wurde		
. . . erscheint in jedem Rasterbild ein Farbwechsel von Zeile zu Zeile, z. B. im roten Farbbalken abwechselnd Rot und Grün (Vergleiche an der (B-Y)-Achse gespiegelte Farben im Farbkreis, S. 432) (Bild a, b)	PAL-Schalter (Dioden) defekt	Dioden mit Ohmmeter prüfen und ggf. auswechseln
	Flip-Flop schaltet nicht, weil z. B. ein Transistor defekt	Transistoren prüfen ggf. auswechseln
	Falsche Betriebsspannungen des Flip-Flops	Meßwerte mit Angaben im Schaltbild vergleichen
	Zeilenrücklaufimpuls zum Triggern des Flip-Flop fehlt	Impuls oszillografieren, etwaige Unterbrechung beheben, evtl. Schluß beseitigen
	PAL-Schalter-Identifikation (Schaltspannungsverstärker) defekt	Transistor prüfen und ggf. auswechseln
	Phasendiskriminator für Farbabschalter und PAL-Identifikation arbeitet fehlerhaft	Dioden und übrige Bauteile des Diskriminators prüfen und ggf. auswechseln
. . . erscheinen die Farben an der (B-Y)-Achse gespiegelt (z. B. wird roter Balken grün und grüner Balken orange) (Bild c)	PAL-Identifikation (Schaltspannungsverstärker) weist eine Unterbrechung auf	Leitungszüge sowie Transistor prüfen
	Vergleichsspannung (z. B. Referenzträger) für den Phasendiskriminator zur Steuerung des aut. Farbabschalters und der PAL-Identifikation fehlt	Entsprechende Zuleitung prüfen

5.95 SW-Bild i. O., Farbe fehlt, Ton i. O.

a) Farbwechsel von Zeile zu Zeile

b) Ausschnitt: Im roten Balken wechselt die Farbe von Zeile zu Zeile von Rot auf Grün

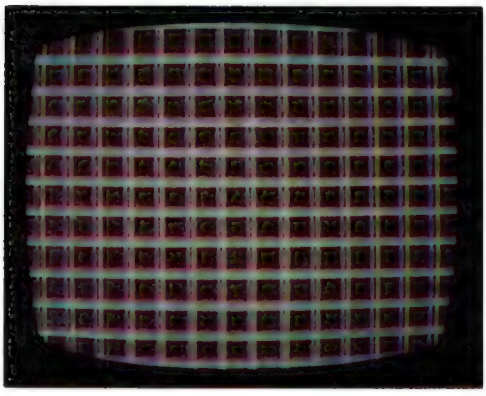
c) Farbbalken mit umgekehrten (R-Y)-Anteilen

5.96 SW-Bild und Farbe fehlerhaft, Ton i. O.

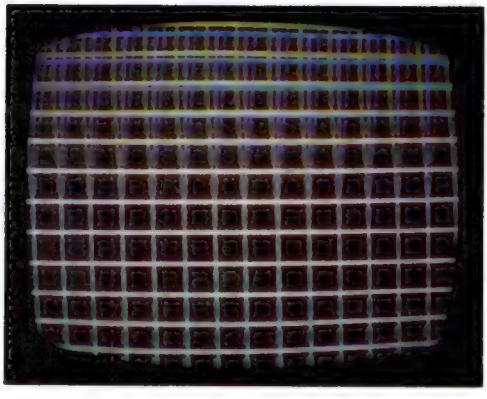
Näherer Befund	*Mögliche Ursache*	*Fehlersuche bzw. Abhilfe*
Rotes, grünes und blaues Gittermuster über dem gesamten Bildschirm gleichmäßig verschoben (Bild a)	Mangelhafte statische Konvergenz	Gittermuster in der Bildschirmmitte mit den Konvergenzmagneten einschl. Blaulateralmagnet zur Deckung bringen
	Unterbrechung in der elektronischen Feineinstellung der statischen Konvergenz	Mit Voltmeter defekten Widerstand bzw. Leitungsunterbrechung ermitteln
Konvergenz vorwiegend an oberer und/oder unterer Mitte der Bildschirmkante verschoben (Bild b)	Dynamische Vertikal-Konvergenz mangelhaft	Konvergenz nach Service-Anleitung korrigieren
	Schluß oder Unterbrechung in der Schaltung für die dynamische Vertikal-Konvergenz	Impulse oszillografieren und mit denen im Schaltbild vergleichen
Konvergenz vorwiegend an linker und/oder rechter Mitte der Bildschirmkante verschoben (Bild c)	Dynamische Horizontal-Konvergenz mangelhaft	Konvergenz nach Service-Anleitung korrigieren
	Schluß oder Unterbrechung in der Schaltung für die dynamische Horizontal-Konvergenz	Impulse oszillografieren und mit denen im Schaltbild vergleichen. Evtl. defektes Bauteil mit Ohmmeter ermitteln
	Dynamische Vertikal-Konvergenz für Blau fehlerhaft	
Horizontales und vertikales Gittermuster konvergiert nicht an den Bildschirmkanten	Leitungen zur Konvergenzplatte unterbrochen, schlechte Masseverbindung	Steckverbindungen auf einwandfreie Kontaktgabe kontrollieren und Lötverbindungen prüfen

5.96 SW-Bild und Farbe fehlerhaft, Ton i. O.

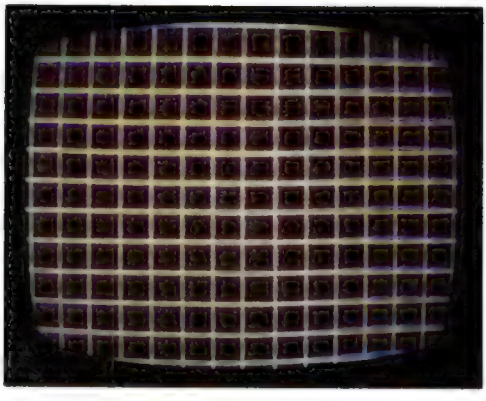
a) Statische Konvergenz fehlerhaft



b) Dynamische Vertikal-Konvergenz fehlerhaft



c) Dynamische Horizontal-Konvergenz fehlerhaft



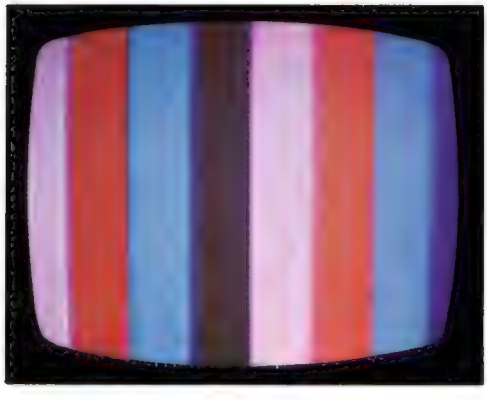
5.96 SW-Bild und Farbe fehlerhaft, Ton i. O.

Näherer Befund	*Mögliche Ursache*	*Fehlersuche bzw. Abhilfe*
Farbe Rot, Grün oder Blau fehlt. Grautreppe zeigt Komplementärfarbe zur fehlenden Farbe, also z. B. Cyan (Blaugrün) bei fehlendem Rot oder Gelb bei fehlendem Blau oder Purpur bei fehlendem Grün (Bild a, b, c)	Entsprechendes Strahlsystem der Bildröhre arbeitet nicht, weil z. B. der zugehörige Heizfaden unterbrochen	Heizfäden im Glühzustand betrachten, Heizfadenstrom messen
	Schirmgitterspannung am betreffenden Strahlsystem fehlt	Schirmgitterspannung messen und Einsteller für diese Spannung kontrollieren
	Steuergitter (Wehnelt) des entsprechenden Strahlsystems liegt auf Massepotential	Kondensatoren und sonstige Bauelemente sowie zugehörige Leitungen auf Masseschluß prüfen
	Katode hat keinerlei elektrische Verbindung mehr	Zuleitungen kontrollieren Röhre prüfen
Nur bei RGB-Endstufen: Katodenspannung an einem System der Bildröhre zu hoch	Rot- bzw. Grün- oder Blau-Endstufe defekt	Entsprechende Endröhre bzw. entsprechenden Transistor prüfen und ggf. auswechseln
	Betriebsspannungen der betreffenden Endstufe falsch	Meßwerte mit den Angaben im Schaltbild vergleichen

5.96 SW-Bild und Farbe fehlerhaft, Ton i. O.

a) Rot fehlt, Grautreppe erscheint in Cyan

b) Grün fehlt, Grautreppe erscheint in Purpur



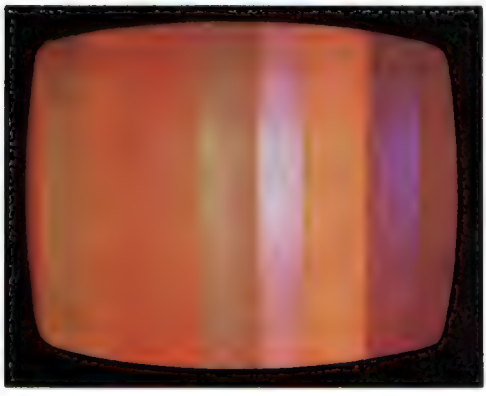
c) Blau fehlt, Grautreppe erscheint in Gelb

5.96 SW-Bild und Farbe fehlerhaft, Ton i. O.

Näherer Befund	*Mögliche Ursache*	*Fehlersuche bzw. Abhilfe*
Grautreppe erscheint rot, grün oder blau. Strahlstrom im Rot-, Grün- oder Blausystem der Bildröhre zu hoch (Rücklaufstreifen sichtbar) (Bild a)	Gitterspannung am betreffenden Strahlsystem zu hoch oder Katodenspannung zu niedrig	Gemessene Werte mit denen des Schaltbildes vergleichen. Evt. Klemmschaltung prüfen.
Bei RGB-Endstufen: Rotanteil im Farbbalkenbild zu gering. Beim Verstellen des Farbkontrastes bleibt die Farbsättigung im roten Farbbalken konstant; außerdem sind in der Grautreppe (siehe unteres Bild) die dunkleren Balken rötlich. Überdies treten haarnadelfeine rote Rücklaufstreifen auf (im Farbfoto kaum sichtbar) (Bild b, c)	Katodenspannung am Rot-System der Bildröhre bleibt bei Änderung der Farbsättigung konstant: Entsprechende Katodenleitung unterbrochen, Rot-System mit Schaltung nur über hochohmigen Widerstand (z. B. nach Masse) verbunden	Katodenspannung am betreffenden Bildröhrensystem messen und Unterbrechung beseitigen.
Bei zu geringer Blau- oder Grün-Information Blau- oder Grünanteil im Farbbalkenbild zu gering. Gleiche Folgeerscheinungen wie zuvor.	Katodenspannung am Blau- bzw. Rotsystem bleibt bei Änderung der Farbsättigung konstant: entsprechende Katodenleitung unterbrochen.	

5.96 SW-Bild und Farbe fehlerhaft, Ton i. O.

a) Gesamtes Farbbalkenbild rot übertönt



b) Farbbalkenbild mit zu kleinem Rotanteil

c) Bild wie zuvor, Farbkontrasteinsteller jedoch auf Linksanschlag gebracht: Grautreppe erscheint an dunklen Bildstellen rötlich

5.96 SW-Bild und Farbe fehlerhaft, Ton i. O.

Näherer Befund	*Mögliche Ursache*	*Fehlersuche bzw. Abhilfe*
Wenn Synchrondemodulatoren galvanisch mit Matrix und RGB-Endstufen verbunden:	Fehlerquelle in einer der beiden Diodenstrecken des $F_{(B-Y)}$-Synchrondemodulators	Dioden mit Ohmmeter prüfen
Schwarzweißbild ist farbig Keine (B–Y)-Information*) (Bild a)		Schluß oder Unterbrechung beseitigen
	Fehler in der (B–Y)-Matrix-Stufe	Betriebsspannungen mit denen im Schaltbild vergleichen. Defektes Bauelement auswechseln
Keine (R–Y)-Information**) Schwarzweißbild ist farbig (Bild b)	Fehlerquelle in einer der beiden Diodenstrecken des $F_{(R-Y)}$-Synchrondemodulators	Dioden mit Ohmmeter prüfen
		Schluß oder Unterbrechung beseitigen
(Bild c)	Fehler in der (R–Y)-Matrix-Stufe	Betriebsspannungen mit denen im Schaltbild vergleichen. Defektes Bauelement auswechseln

*) Fehlt die (B–Y)-Information, so sind die Farben, die im Farbkreis oberhalb der $F_{(B-Y)}$-Achse liegen, rötlich-purpur und jene, die unterhalb der Achse liegen, grünlich-cyan.

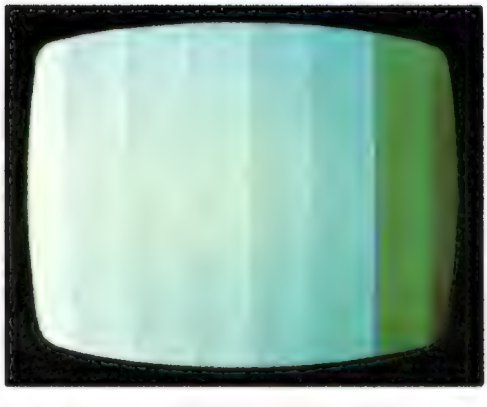
**) Fehlt die (R–Y)-Information, so sind die Farben, die im Farbkreis rechts der (R–Y)-Achse liegen, blau und jene, die links dieser Achse liegen, gelblich-grün.

5.96 SW-Bild und Farbe fehlerhaft, Ton i. O.

a) Farbbalkenbild ohne (B-Y)-Anteile; Grautreppe farbig

b) Farbbalkenbild ohne (R-Y)-Anteile; Grautreppe farbig

c) Grautreppe cyanfarbig



5.97 SW-Bild fehlerhaft, Farbe und Ton i. O.

Näherer Befund	*Mögliche Ursache*	*Fehlersuche bzw. Abhilfe*
Zusammengehörige Helligkeits- und Farbkonturen horizontal etwa 8 mm gegeneinander verschoben (Bild a)	Verzögerungsleitung (0,74 µs) im Y-Kanal defekt	V-Leitung auf Windungsschluß oder Unterbrechung der Massefolie prüfen
Im SW-Bild ist 4,4-MHz-Moiré (Perlschnur) sichtbar (Bild b)	Farbträger-Sperre defekt; z. B. kalte Lötstelle am Filter	nachlöten
	. . . oder Schaltdiode defekt	mit Ohmmeter prüfen und ggf. auswechseln
SW-Bild zu dunkel, obwohl Helligkeitseinsteller auf Rechtsanschlag	Arbeitspunkt des Y-Verstärkers falsch . . . z. B. durch Fehleinstellung des betr. Potentiometers	Arbeitspunkteinstellung nach Service-Anleitung korrigieren
	. . . oder durch defektes Bauelement verursacht	dieses Bauelement ermitteln und ggf. ersetzen
	bei Farbdifferenz-Endstufen: Klemmschaltung im Y-Verstärker defekt	Klemmdiode prüfen
SW-Kontrast zu schwach, obwohl Kontrasteinsteller auf Rechtsanschlag (Bild c)	Bild-Zf-Verstärker einschl. getastete Regelung fehlerhaft	Arbeitspunkte im Zf-Verstärker nach Service-Anleitung kontrollieren; etwa defekte Bauelemente auswechseln
	Y-Verstärker fehlerhaft	gemessene Spannungen mit denen im Schaltbild vergleichen

5.97 SW-Bild fehlerhaft, Farbe und Ton i. O.

a) Grautreppe gegenüber Farbbalken um ca. 8 mm verschoben

b) Bildausschnitt: 4,4-MHz-Moiré im Schwarzweißanteil

c) Schwarzweißkontrast zu schwach

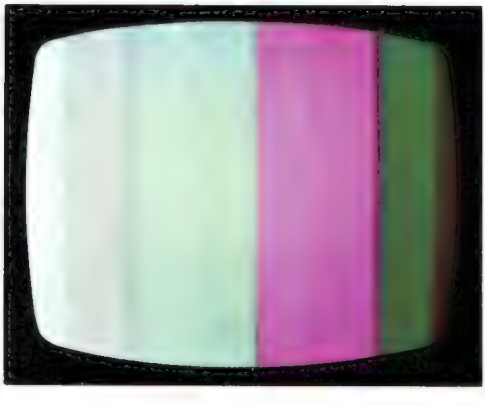
5.98 SW-Bild i. O., Farbe fehlerhaft, Ton i. O.

Näherer Befund	*Mögliche Ursache*	*Fehlersuche bzw. Abhilfe*
Farbige Zeilenstruktur, auch deutlich im gelben Farbbalken zu sehen (sogenannter Palousi-Effekt) (Bild a)	Phasen- oder Amplitudenfehler durch Verstimmung des PAL-Laufzeitdemodulators	Phasen- und Amplitudenabgleich nach Service-Anleitung vornehmen
	Verzögerungsleitung im PAL-Laufzeitdemodulator unterbrochen	Signal am Leitungsende oszillografieren, V-Leitung ggf. auswechseln
	Sonstige Bauteile im Laufzeitdemodulator defekt	Kondensatoren, Widerstände und Spulen dieser Stufe prüfen
(R–Y)-Information fehlt: Auf dem Bildschirm nur Blau und grünliches Gelb sichtbar (vergleiche Achsenlage im Farbkreis, S. 432) (Bild b)	$F_{(R-Y)}$-Treiberstufe ausgefallen, entsprechender Transistor fehlerhaft	Transistor auswechseln
	Betriebsspannungen der $F_{(R-Y)}$-Treiberstufe fehlen	Meßwerte mit Angaben im Schaltbild vergleichen, ggf. defektes Bauteil ersetzen
	$F_{(R-Y)}$-Synchrondemodulator defekt	Mit Oszillograf Fehler einkreisen
(B–Y)-Information fehlt. Auf dem Bildschirm nur rötliches Purpur und grünliches Cyan sichtbar (vergleiche Achsenlage im Farbkreis, S. 432) (Bild c)	$F_{(B-Y)}$-Treiberstufe defekt, entsprechender Transistor fehlerhaft	Transistor auswechseln
	Betriebsspannungen der $F_{(B-Y)}$-Treiberstufe fehlen	Meßwerte mit Angaben im Schaltbild vergleichen, ggf. defektes Bauteil ersetzen
	$F_{(B-Y)}$-Synchrondemodulator defekt	Mit Oszillograf Fehler einkreisen

5.97 SW-Bild fehlerhaft, Farbe und Ton i. O.

a) Bildausschnitt des Gelb-, Cyan- und Grünbalkens mit farbiger Zeilenstruktur

b) Farbbalkenbild ohne (R-Y)-Anteile; Grautreppe i. O.



c) Farbbalkenbild ohne (B-Y)-Anteile; Grautreppe i. O.

5.98 SW-Bild i. O., Farbe fehlerhaft, Ton i. O.

Näherer Befund	*Mögliche Ursache*	*Fehlersuche bzw. Abhilfe*
Farbige Querstreifen laufen in vertikaler Richtung: so wechselt z. B. der rote Farbbalken über mehrere Zeilen hinweg zwischen Rot und Grün (Bild a)	7,8-kHz-Oszillator wird nicht synchronisiert. Koppelkondensator defekt oder Leitungsunterbrechung (Folienriß der gedruckten Schaltung)	Mit Oszillograf Synchronisierungsimpuls (7,8-kHz-Impuls) verfolgen und etwaige Unterbrechung beheben
In jedem Rasterbild Farbwechsel von Zeile zur Zeile, z. B. im roten Farbbalken abwechselnd Rot und Grün (Vergleiche an der (B–Y)-Achse gespiegelte Farben im Farbkreis, S. 432 u. die beiden oberen Bilder auf S. 545)	Schaltspannungsgeber (Flip-Flop) für PAL-Schalter ausgefallen, z. B. ein Transistor defekt	Transistoren prüfen und ggf. auswechseln
	Falsche Betriebsspannungen des Flip-Flop	Meßwerte mit Angaben im Schaltbild vergleichen
	Zeilenrücklaufimpuls zum Triggern des Flip-Flop fehlt	Impuls mit Oszillograf verfolgen, evtl. Kopplungs-C ersetzen bzw. Leitungsunterbrechungen beseitigen
In jedem Rasterbild Farbwechsel von Zeile zur Zeile, z. B. im roten Farbbalken abwechselnd Rot und sehr dunkles Grün, in den Zwischenzeilen nur (B–Y)-Information sichtbar (Bild b)	Eine Diode vom PAL-Schalter defekt	Dioden mit Ohmmeter prüfen und ggf. auswechseln
Auf dem Bildschirm sind die an der (B–Y)-Achse gespiegelten Farben sichtbar, (z. B. ist der Rotbalken grün und der Grünbalken orange usw.) Nach mehrmaliger Kanalumschaltung sind die Farben wieder i. O. (Bild c)	PAL-Identifikation arbeitet nicht, z. B. 7,8-kHz-Oszillator schwingt nicht	Arbeitsbedingungen des Oszillators prüfen, ggf. defektes Bauelement auswechseln
	7,8-kHz-Oszillator verstimmt	Abgleich nach Service-Anleitung vornehmen

5.98 SW-Bild i. O., Farbe fehlerhaft, Ton i. O.

a) Breite farbige Querstreifen laufen in vertikaler Richtung

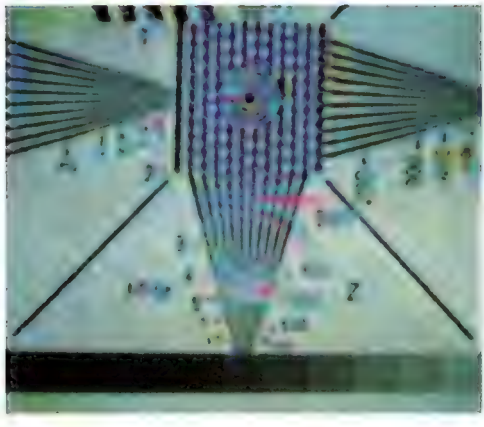
b) Bildausschnitt: Zeilenwechsel im roten Farbbalken von Rot auf Dunkelgrün

c) Farbbalken an der (B-Y)-Achse gespiegelt

5.99 SW-Bild, Farbe und Ton i. O.

Näherer Befund	*Mögliche Ursache*	*Fehlersuche bzw. Abhilfe*
Farbbild i. O. Nach mehrmaliger Programmumschaltung Farben an der (B–Y)-Achse gespiegelt (z. B. wird roter Balken grün und grüner Balken orange) (Bild a)	PAL-Identifikation arbeitet nicht z. B. 7,8-kHz-Oszillator schwingt nicht	Transistor prüfen und ggf. auswechseln
	Falsche Betriebsspannungen dieser Oszillatorstufe	Meßwerte mit Angaben im Schaltbild vergleichen
	z. B. 7,8-kHz-Oszillator verstimmt	Abgleichen nach Service-Anleitung
Mit Verändern der Abstimmung des Tuners um ca. ± 300 kHz ändert sich die Farbsättigung	Farbkontrastautomatik (ACC) arbeitet nicht einwandfrei	Arbeitsbedingungen der Regelschaltung prüfen und ggf. defektes Teil auswechseln
Mit Verändern der Abstimmung des Tuners wird eine leichte farbige Zeilenstruktur sichtbar	Verzögerungsleitung im PAL-Laufzeitdemodulator defekt	Signal vor und hinter der Leitung oszillografieren
	Unterbrechung oder Schluß an anderen Bauteilen im PAL-Laufzeitdemodulator	Signal mit Oszillograf verfolgen und ggf. defektes Bauteil ersetzen
Beim Umschalten auf ein normales Schwarzweißbild wird bei volleingestelltem Farbkontrast ein farbiges Störmuster sichtbar (Bild b)	Farbabschalter fehlerhaft, Röhre bzw. Transistor defekt	Röhre bzw. Transistor prüfen
	Diskriminator vom Farbabschalter nicht i. O.	Arbeitsbedingungen des Diskriminators kontrollieren
	Falsche Betriebsspannungen an der Farbabschalterstufe	Meßwerte mit Angaben im Schaltbild vergleichen, Dioden mit Ohmmeter prüfen
Nach mehrmaliger Umschaltung (optimale Feinabstimmung) auf ein Farbprogramm ist das Bild einmal schwarzweiß, ein andermal farbig (Bild c)	PAL-Identifikation (Schaltverstärker) defekt	Transistor prüfen und ggf. auswechseln

a) Nach mehrmaliger Programmumschaltung ändert sich dieses Bild in Bild c auf S. 559



b) Farbe im Schwarzweißbild

c) Nach mehrmaliger Programmumschaltung ist die Farbe mal weg, mal da

6 Antennenfragen

6.1 Vorbemerkungen

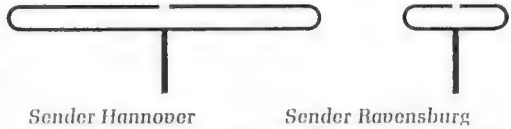
Entscheidend für die Güte der Bild- und Tonwiedergabe ist die Antennenspannung, die dem Gerät zugeführt wird. Erstes und wichtigstes Glied einer Fernsehempfangsanlage ist deshalb die Antenne mit ihrer Leitungsniederführung. Die Antenne kann ihre Aufgabe nur erfüllen, wenn sie entsprechend den örtlichen Verhältnissen richtig ausgewählt, fachgerecht errichtet und laufend auf ständige Funktionsfähigkeit geprüft wird.

Das ist zwar eine Binsenweisheit, doch zeigt allein der Blick auf die Dächer, wie wenig diese Forderungen berücksichtigt werden. Die Montage der Antennenanlagen obliegt zumeist Hilfskräften, und es ist dann leider oft eine Sorglosigkeit derjenigen festzustellen, die diese Anlagen planten und sich um deren einwandfreie Ausführung zu kümmern hätten.

Ein guter Servicetechniker weiß, welche Verantwortung hier auf ihm ruht. Er wird sich auch stets bemühen, seine Kenntnisse und Erfahrungen auf diesem Gebiet zu erweitern. Der Fachverband Empfangsantennen im ZVEI (Zentralverband der Elektrotechnischen Industrie) hat Lehrhefte über die „Technik der Empfangsantennen für Rundfunk und Fernsehen" herausgegeben, die von seiner Geschäftsstelle in Nürnberg, Urbanstraße 40, bezogen werden können. Außerdem gibt es ein umfangreiches Schrifttum darüber, veröffentlicht in Fachbüchern, Fach- und Firmenzeitschriften (siehe Literaturverzeichnis im Anhang). Weiterhin sei auf die Lehrgänge der Innungen und der Antennen-Industrie hingewiesen. Der Antennenbau ist an sich ein Spezialgebiet, so daß seine erschöpfende Darstellung den Rahmen dieses Buches sprengen würde. Deshalb werden hier nur Einzelantennenanlagen kurz behandelt.

6.2 Grundsätzliches über Empfangsantennen

Empfangsantennen für Fernsehen und Tonrundfunk im UKW-Bereich sind auf die zu empfangenden Wellenlängen abgestimmt. Die einfachste abgestimmte Antenne ist der Halbwellen-Dipol. Für UHF bedingt die dreimal kleinere Wellenlänge (etwa 0,5 m gegenüber 1,5 m in Bereich III) einen entsprechend kürzeren Dipol. Antennen für den UHF-Bereich sind dadurch, wie **Bild 6.2–1** zeigt, zwar wesentlich handlicher als Bereich-III- oder gar Bereich-I-Antennen, doch hat man für diesen Vorzug auch einen Nachteil in Kauf zu nehmen. Ein Dipol für UHF liefert nämlich unter sonst gleichen Emp-



Sender Hannover		*Sender Ravensburg*	
auf Kanal	8	auf Kanal	37
Wellenlänge:	150 cm	Wellenlänge:	50 cm
Dipol:	75 cm	Dipol:	25 cm

Bild 6.2–1 Dipollänge in Abhängigkeit von der Wellenlänge, links VHF, rechts UHF

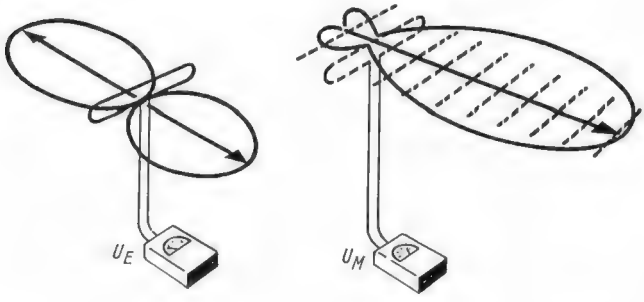


Bild 6.2–2 Prinzipdarstellung zur Definition des Antennengewinns $\frac{U_M}{U_E}$
U_M = *Mehr-Element-Antenne*
U_E = *Ein-Element-Antenne*

fangsbedingungen nur etwa 1/3 der Antennenspannung wie ein solcher für Bereich III. Die Aufnahmefähigkeit einer Antenne wird also um das Verhältnis der Wellenlängen kleiner.

Diese Tatsache, rechnerisch und meßtechnisch leicht nachzuweisen, macht es erforderlich, daß die UHF-Antenne einen dreimal größeren bzw. einen um ca. 10 dB höheren Gewinn haben muß als eine Bereich-III-Antenne, wenn sie die gleiche Aufnahmefähigkeit haben soll.

Wir erinnern uns an die Definition des Antennengewinns:

Der Antennengewinn ist das in dB umgerechnete Verhältnis zwischen der Spannung in der Hauptempfangsrichtung an einer Mehr-Element-Antenne zu der Spannung in einer der Hauptempfangsrichtungen an einem einfachen Faltdipol unter sonst gleichen Bedingungen **(Bild 6.2–2).** *Das entsprechende Spannungsverhältnis ist der Spannungsgewinn.*

Größerer Gewinn bedeutet größere Empfindlichkeit der Antenne und damit bei gleichen Bedingungen höhere Nutzspannung.

Nun ist aber für den UHF-Empfang nicht nur die durch den kürzeren Dipol verringerte Aufnahmefähigkeit von Bedeutung, sondern auch die Dämpfung der Antennenniederführung, die mit ansteigender Frequenz – besonders im Bereich V – beträchtlich zunimmt (siehe **Tabelle 6–II** auf Seite 579).

Man müßte daher, wollte man zu einem Ausgleich kommen, den Spannungsgewinn einer UHF- gegenüber einer VHF-Antenne noch mehr als im Verhältnis 1:3 erhöhen. Wie und wieweit das bei der üblichen Yagi-Antenne möglich ist, zeigt folgende Betrachtung: Bewertet man einfach alle Elemente dieser Antenne (Faltdipol, Direktor, Reflektor) als gleich wirksam, so wächst der Spannungsgewinn – grob gerechnet – mit der Wurzel aus der Anzahl der Elemente, aber auch der Abstand zwischen den Direktoren hat erheblichen Einfluß. Der Gewinnzuwachs wird zudem mit steigender Elementzahl immer kleiner, bis schließlich von einer bestimmten Elementzahl an kein wesentlicher Gewinnbeitrag mehr zu erzielen ist.

Die Forderung nach einem großen Gewinn läßt sich also aus physikalischen, konstruktiven und wirtschaftlichen Gründen nur bis zu einer gewissen Grenze realisieren. Der Spitzengewinn der wohl größten in der Bundesrepublik hergestellten UHF-Antennen ist 18 dB (Bild 6.3–8 auf Seite 572).

Um dennoch in den Versorgungsbereichen der UHF-Sender – mit Ausnahme der Empfangsorte, die im Senderschatten liegen – auch mit kleineren Antennen einen zufriedenstellenden Empfang zu ermöglichen, haben die UHF-Sender größere Strahlungsleistungen, die im Bundesgebiet maximal 200...500 kW gegenüber 100 kW der bisher stärksten Bereich-III-Sender betragen. Überdies ist das UHF-Sendernetz mit seinen vielen Haupt- und Nebensendern auch wesentlich dichter als das VHF-Sendernetz.

Allgemein sind folgende Mindestspannungen am Empfängereingang erforderlich:

für ein rauschfreies Bild . . . . . 1...1,5 mV an 240 Ω (54...57,5 dBμV)
für ein brauchbares Bild mit leichtem Rauschen . . . ab 600 μV an 240 Ω (49,5 dBμV)

Werden die vorgenannten Werte trotz genügend großer Antenne und geschickter Ausrichtung derselben am Empfängereingang nicht erreicht, so ist oftmals nur die Dämpfung der Antennenniederführung daran schuld. Diese Dämpfung fällt um so mehr ins Gewicht, je höher der Kanal liegt, den man zu empfangen wünscht, je länger das Antennenkabel und je geringer die Feldstärke am Empfangsort ist. Deshalb ist es besonders für den UHF-Empfang oft zweckmäßig, einen Antennenverstärker einzuschalten, der die Verluste durch die Kabeldämpfung kompensiert.

Wenn der Antennenverstärker rauschärmer ist als die Eingangsstufe des Fernsehempfängers, dann wird der Rauschabstand noch um einen zusätzlichen Betrag verbessert. Dieser Vorgang sei an einem Beispiel, bei dem ein Verstärker einmal vor und einmal hinter ein relativ langes Kabel mit einer Dämpfung von 20 dB geschaltet ist, näher erläutert **(Bild 6.2–3).** Es wird davon ausgegangen, daß die Antennenspannung 1 mV beträgt. Schaltet man den Verstärker hinter das Kabel (Darstellung a), so

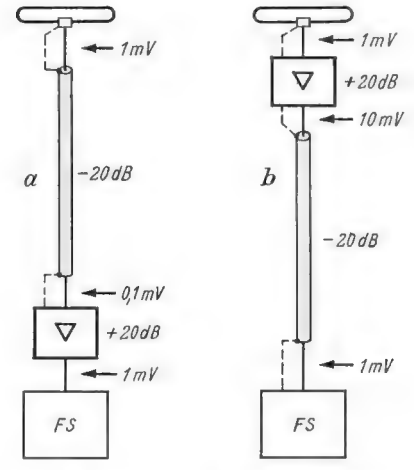


Bild 6.2–3 Kompensation der Kabeldämpfung durch einen Antennenverstärker. a) ungünstig, b) richtig

wird ihm infolge der Kabeldämpfung von –20 dB ein Signal von 0,1 mV zugeführt. Bei einer Verstärkung von + 20 dB erhält man am Eingang des Fernsehgerätes eine Spannung von 1 mV. Schaltet man den Verstärker vor das Kabel (Darstellung b), so wird ihm die (ungeschwächte) Antennenspannung von 1 mV angeboten; die Ausgangsspannung beträgt 10 mV und die Spannung am Ende des Kabels 1 mV. Das Fernsehgerät erhält auch

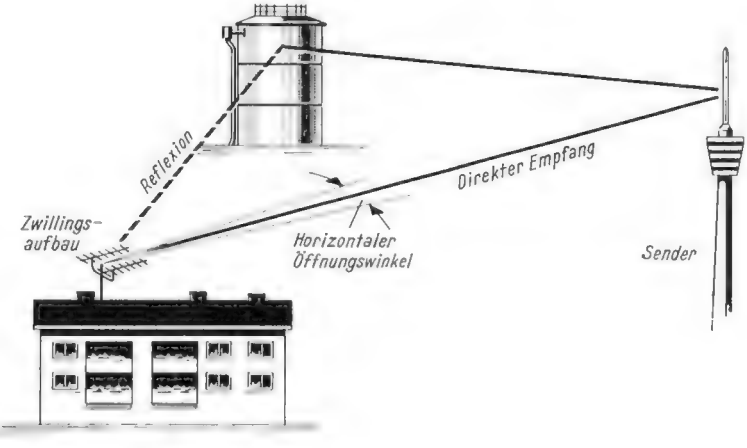


Bild 6.2–4 Störeinstrahlungen durch seitliche Reflexionen erfordern eine Antenne mit kleinem horizontalem Öffnungswinkel ($\ddot{O}_h$)

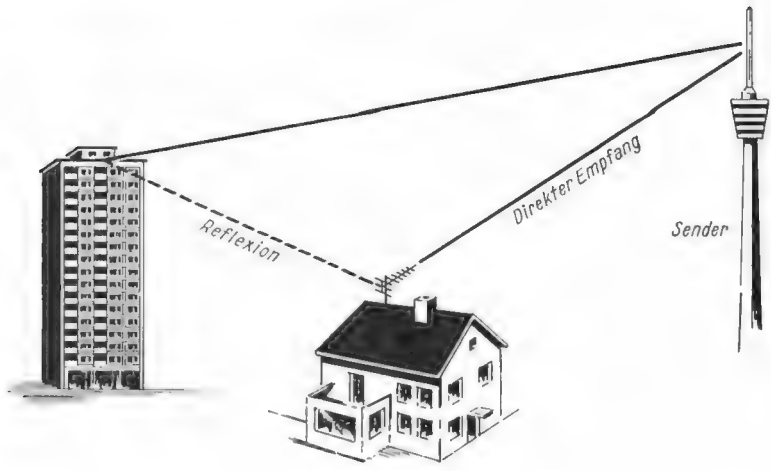


Bild 6.2–5 Störeinstrahlungen durch Reflexionen von hinten erfordern eine Antenne mit hohem Vor/Rück-Verhältnis

in diesem Fall 1 mV; der Verstärker wird jedoch einmal mit 0,1 mV = 100 µV und das andere Mal mit 1 mV = 1000 µV angesteuert.

Nimmt man an, daß bei einem gegebenen Rauschmaß des Verstärkers eine Rauschspannung von $U_r = 10\,\mu V$ entsteht, so ist im Falle des vorgeschalteten Kabels das Verhältnis der Eingangsspannung zur Rauschspannung:

$$\frac{100\,\mu V}{10\,\mu V} \quad (20\,dB),$$

im Falle des vorgeschalteten Verstärkers:

$$\frac{1000\,\mu V}{10\,\mu V} \quad (40\,dB).$$

Je größer dieses Verhältnis wird, desto weniger verrauscht wird das Fernsehbild. Nähere Informationen über den Antennenverstärker folgen im Abschnitt 6.6.

Nachstehend seien noch zwei weitere wichtige Kenndaten einer Antenne erwähnt: die Öffnungswinkel in horizontaler und vertikaler Ebene sowie das Vor/Rück-Verhältnis. Diese Werte geben Aufschluß über die Richtwirkung der Antenne und tragen maßgeblich zu ihrem Gewinn bei. Sie sind von besonderer Bedeutung, wenn am Empfangsort stärkere Reflexionen auftreten, also Geisterbilder unterdrückt werden sollen **(Bild 6.2–4** und **6.2–5).**

Erinnern wir uns an die Definition der Öffnungswinkel:

Der horizontale Öffnungswinkel ($\ddot{O}_h$) ist der Winkel zwischen den beiden Richtungen in der horizontalen Antennen-Ebene, für die sich die Empfangsspannung der Antenne auf 70 % (3 dB) verringert hat **(Bild 6.2–6** und **6.2–7).**

Der vertikale Öffnungswinkel ($\ddot{O}_v$) ist für die senkrechte Ebene entsprechend definiert

Je kleiner der Öffnungswinkel $\ddot{O}_h$, um so größer ist die Richtwirkung der Antenne in der Horizontalen und um so unempfindlicher ist die Antenne gegen seitlich von vorn

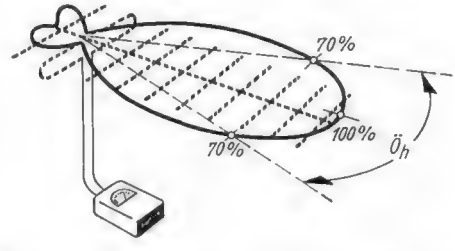


Bild 6.2–6 Prinzipdarstellung zur Definition des Öffnungswinkels $\ddot{O}_h$

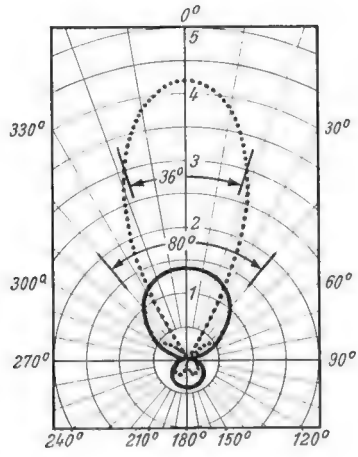


Bild 6.2–7 Horizontal-Richtcharakteristiken:
ausgezogen = 2-Element-Antenne mit Empfangsdipol und Reflektor
$\ddot{O}_h = 2 \cdot 40^0 = 80^0$
punktiert = 20-Element-Antenne mit Empfangsdipol, 3 Reflektoren und 16 Direktoren
$\ddot{O}_h = 2 \cdot 18^0 = 36^0$

zur Hauptempfangsrichtung einfallende Störeinstrahlungen und Reflexionen.

Je kleiner der Öffnungswinkel O_v, um so unempfindlicher ist die Antenne gegen von unten und oben einfallende Störeinstrahlungen.

Der vertikale Öffnungswinkel steht bei Yagi-Einzelantennen in einem bestimmten

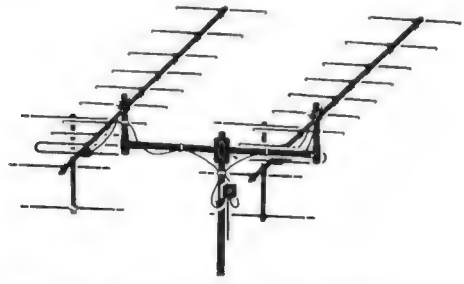


Bild 6.2–8 Zwillingsantenne für Bereich III

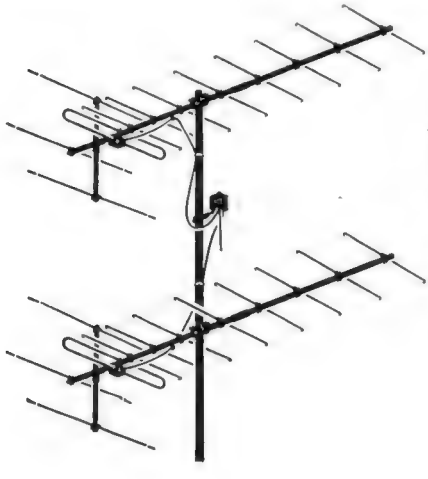
Verhältnis zum horizontalen Öffnungswinkel und ist stets größer als dieser.

Ungefähr die Halbierung der Öffnungswinkel erreicht man für $\ddot{O}_h$ durch das Nebeneinandersetzen, für $\ddot{O}_v$ durch das Übereinandersetzen (Aufstocken) gleichartiger Antennen.

Die Definition des Vor/Rück-Verhältnisses lautet:

Das Vor/Rück-Verhältnis (in dB) gibt die Antennenspannung in der Empfangsrichtung im Verhältnis zu einem Mittelwert der Spannungen an, die in der rückwärtigen Halbebene aufgenommen werden.

Der Mittelwert wird gebildet aus dem Wert bei 180° (die Größe a nach **Bild 6.2–10)** und dem zwischen 90° und 270° auftretenden Höchstwert (die Größe b nach Bild 6.2–10).



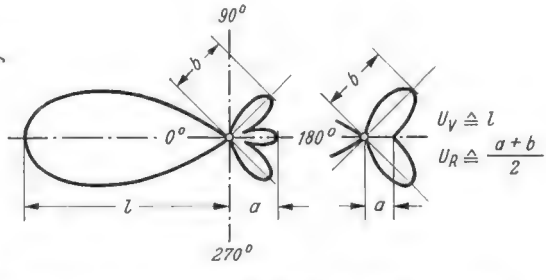


Bild 6.2–10 Prinzipdarstellung zur Definition des Vor/Rückverhältnisses $\frac{U_V}{U_R}$

Links:
Bild 6.2–9 Zwei-Ebenen-Antenne für Bereich III

Ein hohes Vor/Rück-Verhältnis schützt gegen Störeinstrahlungen aus dem rückwärtigen Raum und ist stets erforderlich, wenn mit Reflexionen von rückwärts gerechnet werden muß. Bei UHF-Antennen beträgt dieses Verhältnis bis zu 30 dB.

6.3 Die Auswahl der günstigsten Fernseh-Antenne

Die antennenbauenden Firmen fertigen heute für alle Empfangsbedingungen passende Modelle an. Nachstehend sei zunächst ein Querschnitt durch dieses Angebot gegeben und zwar von den Behelfs- bis zu den Hochleistungsantennen.

Zimmerantennen auf Sockeln, sowohl ausschließlich für einen Fernsehbereich als auch in kombinierter Ausführung für mehrere Bereiche sind in mannigfaltigen Formen vertreten. Diese Antennen können naturgemäß mit einer Hochantenne nicht wetteifern, ergeben aber bei großen Feldstärken (Sendernähe, freie Sicht zum Sender) und, nachdem man sie an einem geeigneten Standort aufgestellt und ausgerichtet hat, oft einen recht brauchbaren Empfang.

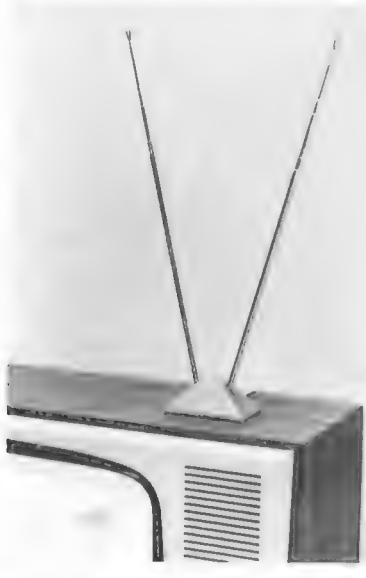


Bild 6.3–1 Zimmerantenne für alle Tonrundfunk- und Fernsehbereiche (Zifa 1a, Hirschmann)

Man muß dabei berücksichtigen, daß die Dämpfung durch die Antennenniederführung entfällt und die Antennenspannung unmittelbar dem Empfänger zugute kommt.

Umständlich wird der Gebrauch mancher Zimmerantennen, wenn mit einem Modell für die Bereiche III, IV/V wahlweise ein VHF- und ein UHF-Sender empfangen werden sollen und diese Sender in verschiedenen Richtungen liegen. Dann muß der Benutzer die Antenne beim Programmwechsel jeweils neu ausrichten, was nicht ganz einfach ist, weil er dabei mit seinem eigenen Körper das Feld verändert. Er muß also sehr systematisch die Antenne drehen und verschieben und stets bis zu seinem Sitzplatz zurückkehren, um die Bildgüte beurteilen zu können.

Grundsätzlich ist bei allen Zimmerantennen dieser Art in Kauf zu nehmen, daß sich die Bildgüte beträchtlich ändern kann, wenn jemand im Zimmer umhergeht oder zum Beispiel ein Sesssel anders plaziert wird. Im Erdgeschoß eines Hauses machen sich bei Verwendung solcher Antennen überdies oft starke Empfangsschwankungen durch den Kraftfahrzeug- und Straßenbahnverkehr der Straße bemerkbar.

So bleibt also bei aller Wertschätzung der niedrigeren Anschaffungskosten und dem Wegfall jeglicher Installationsarbeiten die Daueranwendung dieser Antennen auf Sonderfälle beschränkt. Als Provisorium benutzt man sie gern bei der Probeaufstellung eines Fernsehempfängers oder solange noch keine Außenantenne gebaut worden ist. Als Behelfslösung ist eine solche Zimmerantenne zum Beispiel im Wohnraum eines Untermieters oder im Zimmer eines Krankenhauses willkommen.

Die Zimmerantenne für alle Tonrundfunk- und Fernsehbereiche im **Bild 6.3–1** läßt sich auf den gewünschten Fernsehkanal oder den UKW-Tonrundfunkbereich abstimmen. Dazu sind die Längen der beiden Teleskope entsprechend den empfangenen Wellenlängen einzustellen. Außerdem sind die Teleskope in einer zur Standfläche senkrechten Ebene schwenkbar.

Ein Modell in kombinierter Ausführung für die Bereiche III, IV und V mit angebauter Empfängerweiche zeigt **Bild 6.3–2.** Für den VHF-Empfang wirkt die libellenartige Schleife. Für UHF-Empfang sind zwei im kritischen Punkt angekoppelte Kompensationsstäbe angebracht, die die Wirkung dieser Kombinationsantenne auf die Bereiche IV und V erweitern. Die mit der Schleife verbundene Bandleitung bringt die Antennenspannung über die angebaute Weiche zu den VHF- und UHF-Buchsen des Fernsehempfängers. Der flexible Träger (Gliederschlauch) – den man auch bei einigen Modellen anderer Hersteller vorfindet – ermöglicht Drehen des Antennenkörpers in alle möglichen Richtungen. Der Spannungsgewinn beträgt 3 dB, das Vor/Rück-Verhältnis 6 dB.

Ein weiteres Modell zeigt **Bild 6.3–3.** Diese Zimmerantenne ist nach dem Bauprinzip

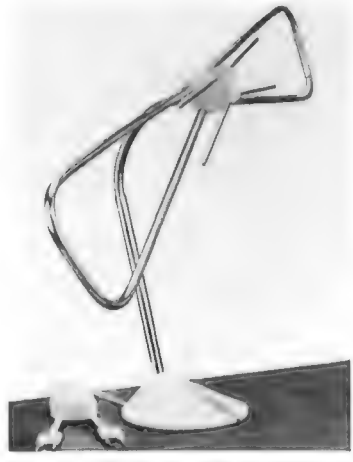


Bild 6.3–2 Zimmerantenne für die Bereiche III und IV/V (Zifa 34a, Hirschmann)

der Dachantennen konstruiert. Der große Schleifendipol liefert die Spannung aus dem Bereich III. Mit der kleinen Schleife werden die Bereiche IV und V empfangen; die Leistung wird verstärkt durch die drei Direktoren und einen Reflektor. An dieser Antenne sind die Kabelanschlüsse für Bereich III und für die Bereiche IV/V einzeln herausgeführt. Die UHF-Antenne und der VHF-Dipol sind gegeneinander drehbar. Sie können dadurch auf Sender in verschiedenen

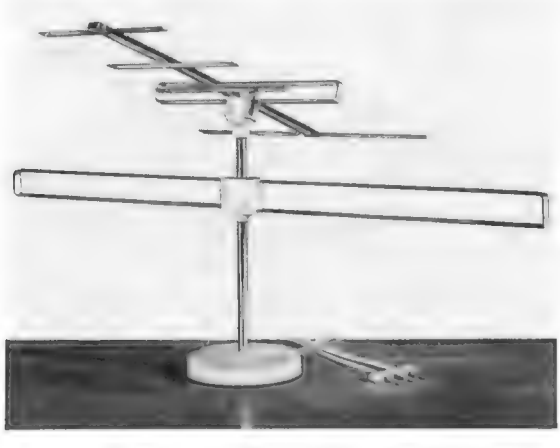


Bild 6.3–3 Zimmerantenne zum Empfang im Bereich III und auf UHF aus verschiedenen Richtungen (Zifa 36, Hirschmann)

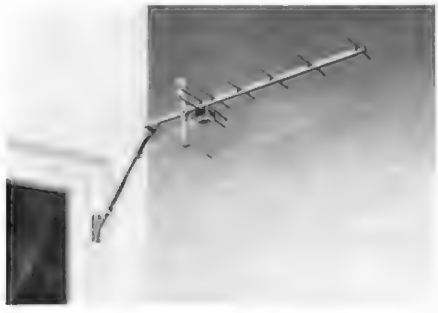


Bild 6.3–4 UHF-8-Element-Fensterantenne (Fesa F 8 Ma 60 für Kanal 21...60, Hirschmann)

Richtungen ausgerichtet werden. Die UHF-Antenne ist außerdem um eine waagerechte Achse schwenkbar.

Zimmerantennen in flacher Form. Besondere Typen unter den breitbandigen Behelfsantennen stellen die *Siemens-Zimmer-Flachantenne* und die *Grundig-UHF-Fensterantenne* dar, die durch ihre Bauweise optisch nahezu unauffällig sind.

UHF-Fensterantennen sind recht beliebt; sie bieten naturgemäß bessere Empfangsmöglichkeiten als Zimmerantennen, doch wird auch hierbei Sendernähe vorausgesetzt. **Bild 6.3–4** zeigt als Beispiel eine Fensterantenne mit acht Elementen zum Empfang aller UHF-Kanäle. Der Antennenkörper ist – nach allen Seiten drehbar – auf einer Fensterstütze gelagert. Die Montage ist sehr einfach; als Zuleitung zum Empfänger verwendet man am besten eine 240-Ω-Schlauchleitung.

Außenantennen über Dach stehen im Vordergrund unserer Betrachtungen und im Mittelpunkt der Fertigungsprogramme. Das Angebot hierin ist entsprechend den verschiedensten Forderungen sehr vielfältig. Nach der Breite des Frequenzbereiches, für den eine Antenne ausgelegt ist, unterscheidet man:

1. *Kanalantennen* (für nur einen Fernsehkanal)
2. *Kanalgruppenantennen* (für eine Gruppe von benachbarten Kanälen, meist 3 bis 5 Kanäle)
3. *Bereichsantennen* (z. B. für den Bereich III, IV oder V)
4. *Mehrbereichsantennen* (für die Bereiche IV/V)
5. *Kombinationsantennen* (für mehrere getrennte Bereiche oder Kanalgruppen)

Bild 6.3–5 zeigt eine Übersicht über diese Antennenarten.

Die Empfangseigenschaften, vor allem der Gewinn und das Vor-Rück-Verhältnis, sind bei Fernsehantennen um so günstiger, je schmäler ihre Frequenzbandbreite ist. Daher benutzt man nicht überall die sonst viel-

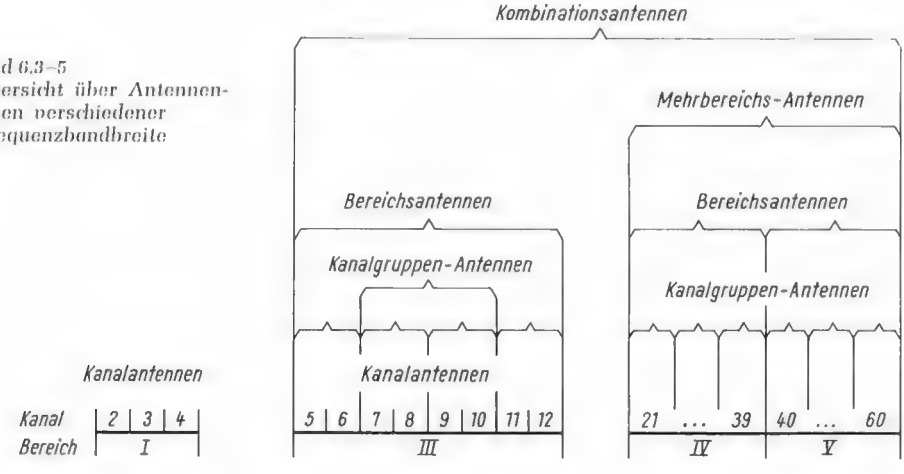


Bild 6.3–5 Übersicht über Antennenarten verschiedener Frequenzbandbreite

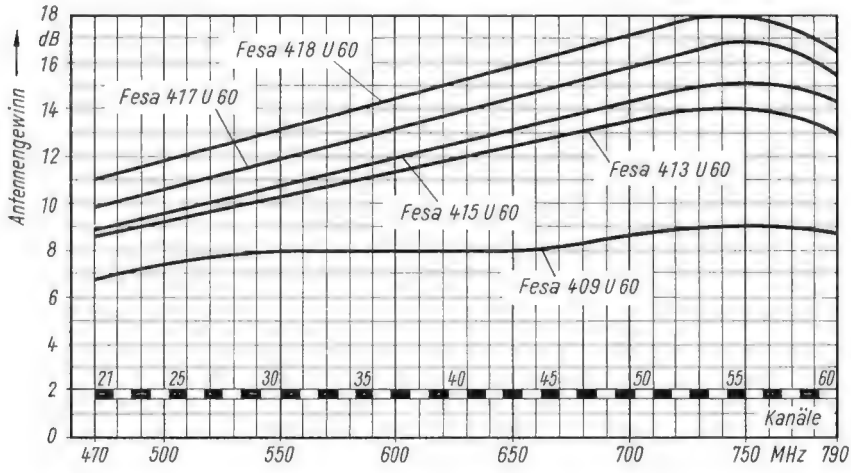


Bild 6.3–6 Gewinnkurven von Antennen verschiedener Größe zum Empfang aller UHF-Kanäle (Super-Spectral-Antennen, Hirschmann)

seitiger verwendbaren breitbandigen Bereichs-Fernsehantennen. Vor allem wenn es auf hohen Gewinn ankommt, verwendet man schmalbandige Kanal- oder Kanalgruppenantennen.

Selbstverständlich dürfen diese Antennen nur für die Kanäle verwendet werden, für die sie bestimmt sind, da sich in den anderen Kanälen die elektrischen Daten unzulässig ändern können. Bereichs- und Mehrbereichsantennen sind meistens dort zweckmäßig, wo zwei oder mehrere Fernsehsender im gleichen Bereich bzw. in den Bereichen IV/V aus annähernd gleichen Richtungen zu empfangen sind. Mit einer Kombinationsantenne kann mindestens je ein Sender in den Bereichen I oder III und IV/V empfangen werden, wenn sie annähernd in der gleichen Richtung liegen. Diese Antennenart hat nur ein Anschlußklemmenpaar für die Zuleitungen und bedarf daher keiner besonderen Antennenweiche wie sie sonst zur Zusammenschaltung von zwei Antennen für zwei verschiedene Bereiche notwendig ist.

Außer der Breite des Empfangsfrequenzbereichs ist der Gewinn der wichtigste Kennwert für die Auswahl der günstigsten Antenne, denn größere Antennen mit größerem Gewinn haben praktisch immer auch eine bessere Richtwirkung, die durch den Öffnungswinkel und das Vor-Rück-Verhältnis gekennzeichnet ist.

Im **Bild 6.3–6** sind als Beispiel Gewinnkurven einer Reihe von in der Größe und im Preis verschiedenen Antennen zum Empfang aller UHF-Kanäle wiedergegeben. Die Bilder **6.3–7** und **6.3–8** zeigen zwei Typen dieser Reihe.

Eine weitere UHF-Antenne, jedoch mit anders geformten Elementen, sehen wir in

Bild 6.3–7 Dachantenne für alle UHF-Kanäle (Fesa 413 U 60, Hirschmann)

Bild 6.3–8 Höchstleistungsantenne für alle UHF-Kanäle (Fesa 418 U 60, Hirschmann)

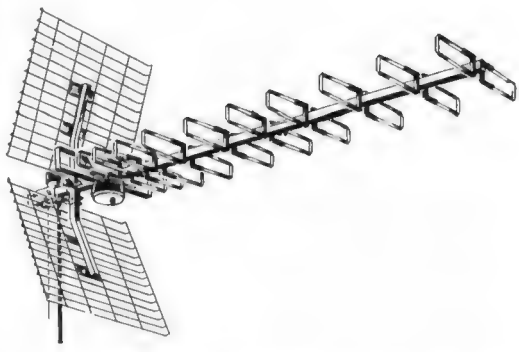


Bild 6.3–9 Mittlere UHF-Antenne für alle UHF-Kanäle (Vormastmontage) mit eingebautem „Karussellübertrager", umschaltbar 60/240 Ω (Olympia 150, Kathrein)

Bild 6.3–9 und eine Kombinationsantenne für die Bereiche III und IV/V in **Bild 6.3–10.**

Welche Antenne jeweils am besten geeignet ist, hängt von folgenden Faktoren ab:

a) von den allgemeinen Empfangsmöglichkeiten im Wohnbezirk und der besonderen Lage des Wohnsitzes (Aufstellungsort des Fernsehempfängers),
b) von den Aufstellungs- bzw. Montagemöglichkeiten der Antenne am Wohnhaus.

Zu a: Die allgemeinen Empfangsmöglichkeiten im Wohnbezirk sind meist bekannt. Das schließt jedoch nicht aus, daß die Bedingungen am Aufstellungsort des Fernsehgerätes von den Durchschnittsverhältnissen abweichen. Im Zweifelsfall sollte man daher einen *Testversuch* durchführen. Sind die Empfangsverhältnisse sehr günstig, so kann eine vorerst probeweise verwendete Behelfsantenne unter Umständen auch für den Dauergebrauch empfohlen werden. In den meisten Fällen wird ein stabiler Empfang aber nur mit einer Dachantenne zu erzielen sein und überdies der Fernsehteilnehmer den Wunsch haben, alle Empfangsmöglichkeiten — auch künftige — auszuschöpfen. Unter solchen Voraussetzungen muß man den Testversuch fortsetzen. Große Dienste leistet hierbei ein Fernseh-Meßempfänger (siehe Abschnitt 2.484), weil er nicht nur quantitative Werte vermittelt, sondern auch Aufschluß über die am Empfangsort auftretenden Wellenschatten und Reflexionen bietet. In diesem Zusammenhang sei noch darauf hingewiesen, daß die Vertretungen einiger Antennenhersteller für die Kundenberatung *Meßwagen* unterhalten, die mit einem Teleskopmast und verschiedenen darauf montierbaren Testantennen ausgestattet sind.

Bild 6.3–10 Kombinationsantenne für die Kanäle 5...12 und 21...60 (Combina, Typ AKK 01, Kathrein)

Nach dem Ergebnis des Testversuches kann man nun unter anderem leicht beurteilen, ob eine Kanalgruppen- oder eine Bereichsantenne günstiger ist.

Eine Bereichsantenne ist anzuraten, wenn mehrere Sender im gleichen Bereich und in der gleichen Einstrahlrichtung zu empfangen sind.

Gleiche Einstrahlrichtung heißt hier, daß die zu empfangenden Sender alle innerhalb des Öffnungswinkels liegen (siehe entsprechende Definition). Bei größeren Winkelabweichungen nimmt die Empfangsspannung rasch ab, wie zum Beispiel aus der Horizontal-Richtcharakteristik in Bild 6.2–7 zu erkennen ist.

Wenn die Möglichkeit zum Empfang mehrerer Sender und Programme in verschiedenen Bereichen (VHF und UHF) aus der gleichen Richtung besteht, kann an Stelle von zwei getrennten Antennen eine Kombinationsantenne verwendet werden.

Die Verwendung von *Kanalgruppenantennen* ist sinnvoll, wenn jeweils nur ein Sender aus gleicher Richtung empfangen werden kann.

Außerdem empfiehlt sich je eine „schmalbandige" Kanalgruppenantenne für jeden zu empfangenden Fernsehsender bei Weitempfang und in Gebieten mit stärkeren Reflexionen (Gebirgs- und Hügellandschaften, Industriegegenden, Wohngebieten mit Hochhäusern usw.). In ungünstigen Fällen sollte man eine besonders scharf bündelnde Ausführung, eventuell eine Zwillingsantenne, verwenden. Bei schlechten Empfangsverhältnissen ist es oft notwendig, auf jeden zu empfangenden Sender eine Antenne speziell auszurichten, um gute Fernsehbilder zu erhalten.

Zu b: Die Aufstellungs- und Montagemöglichkeiten für eine Außenantenne über Dach sind schnell zu übersehen. Meistens werden mehrere Antennen an einem Standrohr angebracht. Auf die Montage dieser Standrohre und andere Fragen, z. B. der Antennenanschlüsse und -niederführungen, kommen wir später noch zu sprechen. Fenster- und Dachrinnenantennen sind lediglich Ausweichlösungen, wenn das Dach bereits „besetzt" ist oder die Anschaffungskosten einer Überdachantenne für den Fernsehteilnehmer zu hoch sind.

Soll – wie es aus optischen Gründen vielfach der Wunsch ist – die UHF-Antenne im Dachboden untergebracht werden, so muß schon eine ziemlich große Spannungsreserve zur Verfügung stehen, weil die Durchlaßdämpfung des Daches durch Schneeablagerung und auch schon durch Regen erheblich anwächst. Außerdem können Dachrinnen, Rohrleitungen, Dachbalken, Kamine und andere Hindernisse (z. B. Drahtmatratzen, abgestellte Kinderwagen usw.) die Wellen beugen oder reflektieren und den Empfang stark beeinflussen. Befinden sich auf dem Dachboden bereits VHF-Antennen (hier sind die Bedenken bei halbwegs guter Empfangslage geringer), so lasse man sich nicht verleiten, auch die UHF-Antenne dort zu installieren. Bildteste und Messungen zeigen immer wieder, daß die UHF-Antenne ihren geeignetsten Platz *auf* dem Dach hat.

6.4 Montage und Ausrichtung der Antennen

Die Antennen sind heute – nach jahrzehntelangen Erfahrungen – so beschaffen, daß ihre Montage kaum noch Umstände bereitet; viele Typen kommen sozusagen mastfertig aus der Verpackung (Klappbauweise), und bei vorbildlichen Konstruktionen finden wir an den Befestigungselementen nur noch unverlierbare Flügel- oder Rändelmuttern. Diese Vorzüge machen sich besonders im Winter bemerkbar, wenn die handwerklichen Arbeiten über Dach erschwert sind und man vor Kälte keinen Schraubendreher mehr handhaben kann.

Ein typisches Beispiel praxisnahen Zubehörs ist die Schnellspannklemme für Kabelanschlüsse von Hirschmann **(Bild 6.4–1)**. Sie klemmt zugleich die Kabeladern und das Kabel selbst zur Zugentlastung der Kabel-

Bild 6.4–1 Eine praktische Schnellspannklemme (Hirschmann)

anschlüsse fest. Dazu braucht man nur eine (unverlierbare) griffige Vierkantschraube festzuziehen. Beim Lösen dieser Schraube wird der dreibeinige Klemmsteg von der Grundplatte so abgehoben, daß sich das Kabel leicht einführen läßt.

Wenn mehrere Antennen für verschiedene Empfangsbereiche am gleichen Standrohr angebracht werden, sollen ihre am nächsten benachbarten Teile voneinander einen Abstand von etwa 1 m haben.

Zwei UHF-Yagi-Antennen zum Empfang des zweiten und des dritten Fernsehprogramms kann man auch an einem Querträger anbringen, der sonst für Zwillingsantennen verwendet wird. Der Querträger soll dann aber eine Länge von etwa 1,5 m haben, damit gegenseitige Rückwirkungen der beiden Antennen mit Sicherheit vermieden werden. Diese Montageart ist zum Beispiel für Gemeinschaftsantennen vorteilhaft, wenn die Länge des Standrohres nicht ausreicht, um alle Antennen untereinander anzubringen.

Bild 6.4–3 UHF-Antenne auf Tragbügel an der Mastspitze (Superbreitbandantenne F 127/R 21–60, Eltronik)

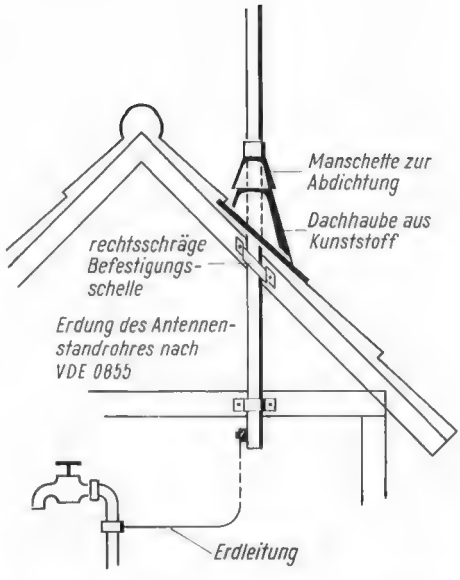


Bild 6.4–2 Im Dachstuhl montiertes Antennenstandrohr

In **Bild 6.4–2** ist zu sehen, wie ein Antennenstandrohr im Dachstuhl angebracht werden kann. Bei Ziegeldächern wird ein Dachziegel durch eine Abdeckung mit Einführungsstutzen für das Standrohr ersetzt. Die Durchtrittsöffnung wird mit einer Manschette aus wetterfestem Kunstgummi (Neoprene) oder mit einer durch eine Spannschelle am Standrohr befestigten Bleimanschette abgedichtet. Rohrmanschetten werden in verschiedenen Weiten für Rohrdurchmesser von 27 bis 57 mm geliefert.

Das Standrohr darf nicht zwischen den Elementen der UHF-Antenne durchgeführt werden. Der geringe Abstand der Elemente voneinander brächte es sonst mit sich, daß sich die Empfangseigenschaften, namentlich die Richtcharakteristik, wesentlich ändern. Aus diesem Grunde wird bei den kürzeren UHF-Antennen die Masthalterung am Trägerende hinter den Reflektoren angebracht.

Eine lange UHF-Antenne befestigt man möglichst an der Mastspitze, damit sie vom Tragbügel über dem Mast gehalten wird **(Bild 6.4–3)**. Gegebenenfalls muß man sie

an einem kurzen Querträger neben dem Mast montieren **(Bild 6.4–4).**

Nebeneinander errichtete Antennenstandrohre sollen mindestens etwa 5 m Abstand voneinander haben, um gegenseitige Empfangsstörungen auszuschließen. Für die Abstände von Starkstromfreileitungen bis 1000 V ist in VDE 0855 Teil 1 folgendes vorgeschrieben:

Der waagerechte Abstand eines Antennentragwerkes oder des Standrohres von Rundfunkantennen zur Starkstromfreileitung darf 1 m nicht unterschreiten. Der waagerechte Abstand zwischen Teilen der Antennen und der Starkstromfreileitung darf 0,8 m nicht unterschreiten. Das Ausschwingen der Starkstromleitung ist damit bereits berücksichtigt.

Bei Kreuzungen zwischen Starkstromfreileitungen bis 1000 V und Antennenanlagen ist ein lotrechter Mindestabstand von 1 m einzuhalten. Darüber hinaus müssen Rundfunk- und Fernseh-Empfangsantennen so errichtet werden, daß beim Abknicken von Bauteilen der Antenne eine Berührung darunter liegender Starkstromfreileitungen zuverlässig verhindert ist. Das Abknicken des Standrohres braucht nicht angenommen zu werden. Zusatzlasten, zum Beispiel durch Wind, Schnee, Eis, brauchen nicht mehr berücksichtigt zu werden.

Antennen dürfen sich nicht um das Standrohr drehen können, denn sie müssen auf die zu empfangenden Sender ausgerichtet sein. Außerdem dürfen die Antennen auch benachbarte Starkstromleitungen nicht berühren.

Bild 6.4–4 Träger zur Montage von UHF-Antennen neben dem Standrohr (Trag 53, Hirschmann)

Über die zulässige Belastbarkeit von Standrohren geben die VDE-Bestimmungen 0855 Teil 1 Auskunft (VDE-Verlag GmbH, Berlin 12, Bismarckstraße 33). Eine einfache Berechnungsanleitung für Antennenstandrohre enthalten das vierte Lehrheft des Fachverbandes Empfangsantennen und die Druckschrift DS 218 der Firma Hirschmann. Dort sind auch die Bestimmungen, die bei den üblichen Empfangsantennenanlagen einzuhalten sind, zusammengefaßt und erläutert. Ferner findet man in den Firmenschriften der Antennenindustrie entsprechende Hinweise (siehe Literaturverzeichnis im Anhang dieses Buches).

In diesem Zusammenhang sei noch kurz auf die Fragen des *Blitzschutzes* und der Erdung eingegangen. Die schon zitierte VDE-

Tabelle 6–I. Mindestmaße von Erdungsleitungen

	Werkstoff	außerhalb von Gebäuden	innerhalb von Gebäuden
Gebäude mit Blitzschutzanlage	Kupfer oder Stahl verzinkt	Volldraht mit 8 mm Durchmesser oder Band mit 20 x 2,5 mm Querschnitt	nicht zu empfehlen, Mindestmaße wie außerhalb von Gebäuden
Gebäude ohne Blitzschutzanlage	Kupfer	Volldraht mit doppelter Kunststoff-Isolierung (Typ NYY) mit 10 mm² Querschnitt	Volldraht, blank, mit 10 mm² Querschnitt

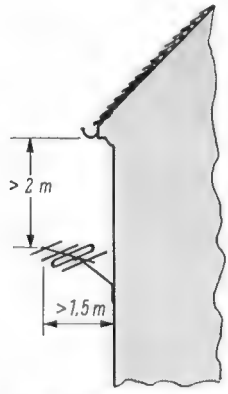


Bild 6.4–5 Eine Fensterantenne braucht nicht geerdet zu werden, wenn man beim Montieren die Höchstabstände beachtet

Vorschrift 0855, Teil 1, verlangt u. a., daß Antennenstandrohre und andere metallene Antennenträger über eine Leitung entsprechend der **Tabelle 6–I** mit einem *Erder* zu verbinden sind. Ausnahmen bilden lediglich Unterdachantennen und Fensterantennen, sofern deren höchster Punkt mindestens 2 m unterhalb der Dachrinne liegt und die Ausladung von der Hauswand nicht mehr als 1,5 m beträgt **(Bild 6.4–5).**

Obengenannte Vorschrift ist unbedingt zu erfüllen, damit Schäden durch Blitzeinschlag und luftelektrische Überspannungen vermieden werden. Außerdem würde die Versicherung, die mit der Zahlung der Rundfunkgebühr verbunden ist, Schadenersatzzahlungen ablehnen, wenn nachgewiesen wird, daß das Antennenstandrohr nicht oder nicht vorschriftsmäßig geerdet war.

Wenn das Gebäude eine Blitzschutzanlage hat, muß das Antennenstandrohr durch eine möglichst kurze Leitung mit dieser verbunden werden. Die blanke Verbindungsleitung muß aus massivem Kupfer oder verzinktem Stahl bestehen und einen runden Querschnitt mit 8 mm Durchmesser oder einen rechteckigen Querschnitt von 20 x 2,5 mm haben. In diesem Fall wirkt die Antennenanordnung als Teil der Blitzschutzanlage.

Wenn keine Blitzschutzanlage vorhanden ist, kommen als Erder in Betracht:

1. Leitfähig untereinander verbundene, im Erdreich verlegte Metallrohrnetze. Gasrohrnetze allein dürfen nicht benutzt werden. Bei Verwendung von Rohrnetzen der öffentlichen Versorgung als Erder ist die Genehmigung der zuständigen Stelle einzuholen.
2. Hauserder mit einer Erdsammelschiene, an die alle Metallsysteme angeschlossen sind.
3. Stahlskelette und Armierungen von Stahlskelett- oder Betonbauten.

Es wird empfohlen, einen dieser Erder mit dem Standrohr durch einen außerhalb des Hauses geführten Kupferdraht von mindestens 10 mm² Querschnitt mit Kunststoffisolierung und Kunststoffmantel (Type NYY) zu verbinden. Blanke Erdungsleiter außerhalb des Hauses müssen aus massivem Kupfer oder verzinktem Stahl bestehen und einen rechteckigen Querschnitt von 20 x 2,5 mm haben oder einen runden Querschnitt mit 8 mm Durchmesser.

Es ist zulässig, das Standrohr mit einem im Inneren des Gebäudes verlegten Erdungsleiter aus blankem Kupfer mit mindestens 10 mm² Querschnitt mit dem nächsten Steigrohr der Wasserleitung zu verbinden, so daß das Rohr ein Teil der Erdungsleitung ist. Dabei wird vorausgesetzt, daß die einzelnen Rohrteile untereinander und mit dem als Erder dienenden Rohrnetz im Erdboden leitend verbunden sind.

Erdungsleiter sind so kurz wie möglich und vorzugsweise senkrecht zu führen. Sie müssen sichtbar verlegt sein, nur in ausgebauten Räumen dürfen sie in eingeputzten Rohren aus Kunststoff liegen. Sie dürfen ohne Abstandschellen auf Holz verlegt, aber nicht durch Räume geführt werden, die zur Lagerung von leicht entzündlichen Stoffen, wie Heu oder Stroh, dienen. Zum Anschluß von Erdungsleitungen an Antennenstandrohre und Leitungsrohre sind Schellen mit mindestens 10 cm² Berührungsfläche zu verwenden.

Anschluß- und Verbindungsstellen in der Erdungsanlage sind mit der gleichen Sorgfalt und nach den gleichen handwerklichen

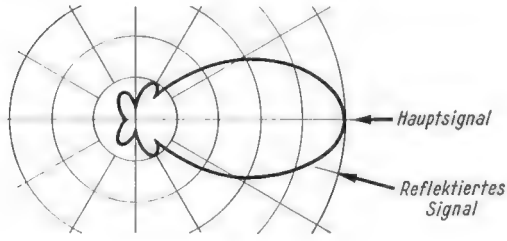


Bild 6.4–6 Horizontal-Diagramm einer 9-Element-Kanalgruppenantenne

Regeln auszuführen, die für stromführende elektrische Leiter gleichen Querschnitts einzuhalten sind. Verbindungen durch Weichlöten, Wickeln des Drahtes um Rohre und ähnliche unsachgemäße Ausführungen sind nicht zulässig. Bei den Anschluß- und Verbindungsstellen sind Metallpaarungen zu vermeiden, die elektrolytische Korrosion verursachen können.

Überspannungsschutz. Die vorgeschriebene *Grobschutz-Funkenstrecke* mit einer Schlagweite von höchstens 30 mm in Luft ist bei allen guten Antennen vorhanden. – Der vorgeschriebene Feinschutz kann bei Fernsehantennen entfallen, wenn die Mitte des durchgehenden Faltdipols mit dem Antennenträger leitend verbunden ist.

Das *Ausrichten der Antenne* sollte stets unter Bildkontrolle mit dem Testgerät am Aufstellungsort der Antenne erfolgen. Zunächst wird man die Antenne in die Einstrahlrichtung des Senders (bzw. der Sender) einstellen. Das ist einfach, wenn der Sender zu sehen ist. Sonst müßte man die Richtung nach Landkarte und Kompaß bestimmen. Eine gewisse Orientierung bietet auch schon die Lage von Nachbarantennen.

Das eigentliche Ausrichten der Antenne erfolgt sowohl durch Drehen in der Seitenrichtung als auch durch Schwenken in vertikaler Richtung, letzteres besonders dann, wenn der Strahlungseinfall nicht genau horizontal ist.

Bei den kleinen Wellenlängen der UHF-Bereiche kann mitunter bereits ein Verschieben in der Höhenlage um 10 bis 20 cm am Standrohr merkliche Änderungen der Empfangsqualität bewirken. In schwierigen Fällen muß man eine Antenne mit kleinem Öffnungswinkel wählen.

Manchmal kann ein Ausrichten der Antenne auf eine reflektierende Fläche günstigere Ergebnisse bringen als eine scharf bündelnde Antenne in Richtung auf den Sender. Bei Berghängen muß man aber mit Änderungen der Empfangsspannungen rechnen, je nachdem, ob der Hang trocken oder naß, mit Schnee bedeckt oder schneefrei ist und ob Bäume Laub tragen oder nicht. Das Fernsehbild ist praktisch geisterfrei, wenn sich das reflektierte Signal zum Hauptsignal wie 1:30 verhält, ihm gegenüber also um 30 dB geschwächt ist.

Liegt die Einfallsrichtung des reflektierten Signals innerhalb des Hauptzipfels, so kann man durch geringfügiges Verdrehen oder Versetzen der Antenne den Fernsehempfang unter Umständen wesentlich verbessern. Man muß sich dann bemühen, das reflektierte Signal möglichst in den Minimumwinkel zu bringen **(Bild 6.4–6).**

Eine weitere Möglichkeit, im Stadtgebiet oder in der Nähe von Bezirkssendern Reflexe auszublenden, bietet eine kleine Fenster- oder Dachrinnenantenne, die auf der dem Sender zugewandten Hausseite angebracht ist. Dabei wirkt das Haus bzw. das Dach als Reflektorschirm für reflektierte Signale.

6.5 Antennen-Niederführungen

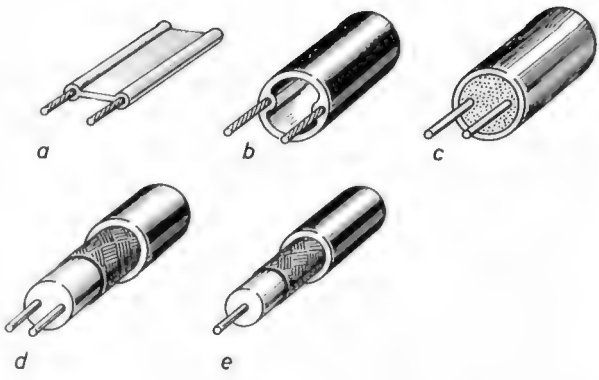


Bild 6.5–1 Leitungen für Antennen-Niederführungen

Obere Bildhälfte:
Ungeschirmte Leitungen

a Symmetrische Bandleitung, DIN 47 261

b Symmetrische Schlauchleitung, DIN 47 261

c Symmetrische Schaumstoffleitung

Untere Bildhälfte:
Geschirmte Leitungen

d Symmetrisches Kabel, 120 Ω

e Asymmetrisches Koaxialkabel, 60 Ω

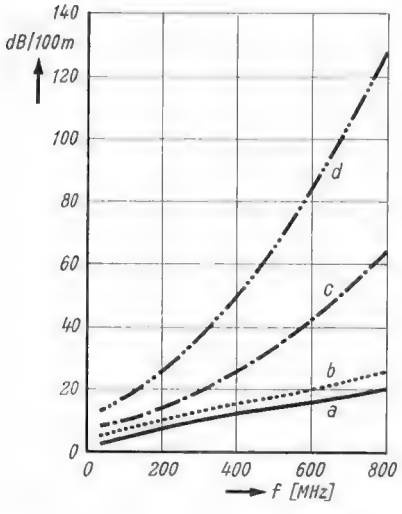


Bild 6.5–2 Frequenzabhängigkeit der Dämpfung bei verschiedenen Hf-Leitungen: a) Band- bzw. Schlauchleitung, neu und trocken, b) dämpfungsarmes Koaxialkabel, c) Schlauchleitung, sechs Wochen im Freien, gemessen bei dichtem Regen, d) Bandleitung, vier Wochen im Freien, gemessen bei dichtem Regen (nach Messungen von Kathrein)

Ebenso wichtig wie das Auffinden eines günstigen Antennen-Standortes und die Wahl der richtigen Antenne ist die Frage der zu verwendenden Niederführung. Es gibt bekanntlich verschiedenartige Hf-Leitungen dafür **(Bild 6.5–1).** Wie schon erwähnt, liegt die Dämpfung dieser Leitungen im UHF-Bereich höher als im Bereich I und III **(Bild 6.5–2).** Wie groß bei verschiedenen Längen der einzelnen Kabel die Dämpfung in dB und die Restspannung am Kabelende in % sind, zeigt die **Tabelle 6–II.**

Bandleitungen (Flachkabel) haben zwar einen verhältnismäßig kleinen, jedoch bei Verwendung im Freien einen ziemlich unbeständigen Dämpfungswert; die Empfangsqualität bleibt also nicht gleich. Eine bestimmte Bandleitung von 15 m Länge weist bei trockenem Wetter bei 200 MHz eine Dämpfung von 1,2 dB auf, bei 500 MHz 2,2 dB; wird die Leitung feucht (Tau, Schnee, Eis und besonders Regen), so steigt die Dämpfung bei 200 MHz auf 2,8 dB, bei 500 MHz auf 5,6 dB an. Bei 500 MHz steht demnach am Leitungsende nur noch wenig mehr als die Hälfte der Antennenspannung zur Verfügung. Eine weitere – ständig verbleibende – Dämpfungszunahme und damit Verringerung der Antennenspannung tritt mit der Zeit durch Ruß- und Schmutzablagerung ein. Dieser Prozeß und andere Umgebungs-

Bandleitung 6701 / Schaumstoffleitung 6705 } neu										
m	50 MHz dB	%	100 MHz dB	%	200 MHz dB	%	500 MHz dB	%	700 MHz dB	%
5	0,2	98	0,2	98	0,3	97	0,7	92	0,9	90
10	0,3	97	0,5	94	0,7	92	1,4	85	1,9	80
15	0,5	95	0,7	92	1,1	88	2,1	78	2,8	72
20	0,6	94	0,9	90	1,4	85	2,8	72	3,8	65
25	0,8	93	1,1	88	1,7	82	3,5	67	4,7	58
30	0,9	91	1,4	85	2,1	78	4,2	62	5,7	52
40	1,2	88	1,8	81	2,8	72	5,6	53	7,6	42
50	1,5	85	2,3	77	3,5	67	7	45	9,5	34
60	1,8	82	2,7	73	4,2	62	8,4	38	11,4	27
70	2,1	78	3,2	69	4,9	57	9,8	32	13,3	22
80	2,4	76	3,6	66	5,6	53	11,2	28	15,2	17,4
90	2,7	73	4,1	62	6,3	49	12,6	23	17,1	14
100	3	71	4,5	60	7	45	14	20	19	11,2

Bandleitung 6701 verschmutzt, bei dichtem Regen										
50 MHz dB	%	100 MHz dB	%	200 MHz dB	%	500 MHz dB	%	700 MHz dB	%
0,6	94	0,9	90	1,2	88	3	71	5	56
1,3	86	1,8	81	2,5	75	6	50	10	32
1,9	80	2,7	73	3,7	65	9	35	15	17,8
2,6	74	3,6	66	5	56	12	25	20	10
3,2	69	4,5	60	6,2	48	15	17,8	25	5,6
3,9	64	5,4	54	7,5	42	18	12,6	30	3,2
5,2	55	7,2	44	10	32	24	6,3	40	1
6,5	47	9	35	12,5	24	30	3,2	50	0,3
7,8	41	10,8	29	15	17,8	36	1,6	60	0,1
9,1	35	12,6	23	17,5	13,3	42	0,8	70	0,03
10,4	30	14,4	19	20	10	48	0,4	80	0,01
11,7	26	16,2	15,5	22,5	7,5	54	0,2	90	0,003
13	22	18	12,6	25	5,6	60	0,1	100	0,001

Schaumstoffleitung 6705 verschmutzt, bei dichtem Regen										
50 MHz dB	%	100 MHz dB	%	200 MHz dB	%	500 MHz dB	%	700 MHz dB	%
0,3	97	0,5	94	0,7	92	1,5	85	2,5	75
0,7	92	1	89	1,5	85	3	71	5	56
1,1	88	1,5	85	2,2	77	4,5	60	7,5	42
1,4	85	2	79	3	71	6	50	10	32
1,7	82	2,5	75	3,7	65	7,5	42	12,5	24
2,1	78	3	71	4,5	60	9	35	15	17,8
2,8	72	4	63	6	50	12	25	20	10
3,5	67	5	56	7,5	42	15	17,8	25	5,6
4,2	62	6	50	9	35	18	12,6	30	3,2
4,9	57	7	45	10,5	30	21	8,9	35	1,8
5,6	53	8	40	12	25	24	6,3	40	1
6,3	49	9	35	13,5	21	27	4,5	45	0,6
7	45	10	32	15	17,8	30	3,2	50	0,3

Dämpfungsarmes Koaxialkabel 6754 mit PVC-Mantel (8 mm ⌀)										
m	50 MHz dB	%	100 MHz dB	%	200 MHz dB	%	500 MHz dB	%	700 MHz dB	%
5	0,3	97	0,3	97	0,5	94	0,9	90	1,1	88
10	0,5	94	0,7	92	1	89	1,7	82	2,2	77
15	0,7	92	1,1	88	1,6	83	2,6	74	3,3	68
20	1	89	1,4	85	2,1	78	3,5	67	4,4	60
25	1,2	87	1,7	82	2,6	74	4,4	60	5,5	53
30	1,5	84	2,1	78	3,1	70	5,2	55	6,6	47
40	2	79	2,8	72	4,2	62	7	45	8,8	36
50	2,5	75	3,5	67	5,2	55	8,7	37	11	28
60	3	71	4,2	62	6,3	49	10,5	30	13,2	22
70	3,5	67	4,9	57	7,3	43	12,2	25	15,4	17
80	4	63	5,6	53	8,4	38	14	20	17,6	13,2
90	4,5	60	6,3	49	9,4	34	15,7	16,4	19,8	10,2
100	5	56	7	45	10,5	30	17,5	13,3	22	7,9

Normales Koaxialkabel 6757 mit PVC-Mantel (6,5 mm ⌀)										
50 MHz dB	%	100 MHz dB	%	200 MHz dB	%	500 MHz dB	%	700 MHz dB	%
0,3	97	0,4	95	0,7	92	1,1	88	1,3	86
0,6	93	0,9	90	1,3	86	2,1	78	2,6	74
0,9	90	1,3	86	2	79	3,2	69	3,9	64
1,2	87	1,8	81	2,7	73	4,3	61	5,2	55
1,5	84	2,2	77	3,4	68	5,3	54	6,5	47
1,8	81	2,7	73	4	63	6,4	48	7,8	41
2,4	76	3,6	66	5,4	54	8,6	37	10,4	30
3	71	4,5	60	6,7	46	10,7	29	13	22
3,6	66	5,4	54	8,1	39	12,8	23	15,6	16,6
4,2	62	6,3	49	9,4	34	15	17,8	18,2	12,3
4,8	57	7,2	44	10,8	29	17,2	13,8	20,8	9,1
5,4	54	8,1	39	12,1	25	19,3	10,6	23,4	6,8
6	50	9	35	13,5	21	21,5	8,4	26	5

Tabelle 6–II.
Dämpfungswerte von ungeschirmten und geschirmten Leitungen für Antennen-Niederführungen (nach Kathrein)

Die Prozent-Angabe erläutert, wieviel % der Antennenspannung am Ende der Leitung noch vorhanden sind.

einflüsse setzen sich bis zur völligen Unbrauchbarkeit der Bandleitung fort. Schließlich ist zu beachten, daß ungeschirmte Leitungen durch direkte Aufnahme von Störspannungen die Bildqualität ungünstig beeinflussen können. Bei der Verlegung dieser Leitungen muß stets ein genügend großer Abstand von Metallteilen (Standrohr, Dachrinne usw.) oder vom Mauerwerk eingehalten werden. Man darf nur verlustarme Isolatoren verwenden

Beständiger in ihrem Dämpfungswert ist eine *symmetrische Schlauchleitung* (240 Ω). Der Preis liegt zwar höher, doch ergibt sich mit ihr keine so auffallende Verschlechterung des Empfanges bei Feuchtigkeit oder Schmutzablagerung. Da die Schlauchleitung ungeschirmt ist, nimmt sie natürlich gleichfalls Fremdspannungen auf. Die Verlegung erfolgt – wie bei der Bandleitung – mit Abstand vom Mauerwerk. Man muß dabei beachten, daß die günstigen – d. h. weitgehend konstanten – Dämpfungseigenschaften nicht verloren gehen. Das kann eintreten, wenn z. B. in den Hohlraum der Leitung Wasser eindringt. Bei Einführung der Leitung in das Haus ist zum Abtropfen von Regenwasser eine Schlaufe zu bilden. Ferner sollte man an der tiefsten Stelle der Schlaufe in die Kabelunterseite eine kleine Öffnung schneiden. Kondenswasser, das sich bei Witterungsumschlag im Innern bildet, kann so abtropfen.

Symmetrische Schaumstoffleitungen (240 Ω) haben im Gegensatz zu den ebenerwähnten Schlauchleitungen keinen Hohlraum, sondern als Isolation eine wasserundurchlässige Schaumstoff-Füllung. Diese macht das Kabel schmiegsam und knickfest.

Abgeschirmtes symmetrisches Kabel von 120 Ω ergibt keine Dämpfungserhöhung im feuchten Zustand; außerdem nimmt es durch den Abschirmmantel (der geerdet werden soll!) keine Fremdspannungen auf. Anpassungs- und Symmetrierglieder sind bei diesem Kabel nicht erforderlich. Die Dämpfung ist höher als bei den ungeschirmten Leitungen, was besonders bei längeren Niederführungen für die Bereiche IV/V beachtet werden muß. Für die Verlegung gelten dieselben Regeln wie für Koaxialkabel.

Koaxialkabel (60 Ω) haben trotz ihrer höheren Dämpfung gegenüber den ungeschirmten Leitungen bedeutende Vorzüge. Sie sind nicht nur unempfindlich gegen Feuchtigkeit, sondern auch mechanisch stabil, in ihren elektrischen Werten konstant und durch ihre Abschirmung frei von Fremdbeeinflussungen. Man schließt Koaxialkabel an die gebräuchlichen 240-Ω-Faltdipol-Antennen über einen *Symmetrierübertrager* (240 Ω sym./60 Ω asym.) an, der in der Regel als Einbauteil für das Dipol-Anschlußkästchen vorgesehen oder dort bereits fest eingebaut ist. Ein gleiches Umwandlungsglied benötigt man am Kabelende, also vor den Antennenbuchsen des Empfängers; dieses kann in eine Wanddose oder in eine am Kabel frei hängende Dose eingebaut sein. Die Anpassungs- und Symmetrierbedingungen sind natürlich auch bei anderen Teilen der Antennenanlage (Weichen, Filter, Antennenverstärker usw.) zu beachten.

Besitzen die Kabel über dem Abschirmgeflecht eine (PVC-)Schutzhülle, so können sie dicht auf der Wand oder direkt im Putz verlegt werden. Dabei sind stets passende (Plastik-)Schellen, nicht etwa Krampen, zu verwenden. Ferner muß man an Ecken oder scharfen Kanten einen Mindest-Biegeradius einhalten. Scharfe Knicke haben eine Verlagerung des Innenleiters aus der Kabelmitte und eine Veränderung des Wellenwiderstandes oder gar einen Kurzschluß zwischen Innenleiter und Mantel zur Folge. Ein Dämpfungsanstieg ist bei der direkten Verlegung auf Putz oder im Putz zwar nicht zu befürchten, aber man sollte bei der Installation im Hause trotzdem die verhältnismäßig geringen Kosten für Schutzrohre (Isolierrohre) nicht scheuen.

In Rohr eingezogenes Kabel läßt sich notfalls leicht auswechseln. Zudem ist die Beschädigungsgefahr, vor allem in Neubauten, viel geringer. In Rohr kann auch ein Kabeltyp ohne äußere Schutzhülle eingezogen

werden. Sein Preis ist niedriger, so daß ein Teil der Kosten des Rohrnetzes wieder eingespart wird. Man darf aber solch ein Kabel nicht dicht auf der Wand oder direkt im Putz verlegen, weil der Abschirmmantel vom Putz angegriffen würde.

Der Innenraum der Koaxialkabel kann je nach Typ mit einem festen Kunststoff, aber auch mit einem Schaum- oder Zellkunststoff ausgefüllt sein. Diese Isolation besteht aus vielen kleinen, in thermoplastischen Kunststoff eingebetteten Luftbläschen. Der hohe Luftanteil (ca. 50 %) bewirkt eine geringere Dämpfung als bei den Normalausführungen. Schaumstoffkabel haben durch die lockere Struktur der Isolation nicht die Stabilität der Kabel mit fester Isolation. Deshalb sind beim Verarbeiten folgende Regeln zu beachten:

1. Ergeben sich beim Abrollen vom Bund Schleifen, so darf man sie keineswegs durch Ziehen geraderichten.
2. Übermäßiges Strecken, das zum Dehnen des Kabels führen könnte, ist zu vermeiden. Zu starkes Ziehen verursacht eine Verkleinerung des Querschnitts des Kabels.
3. Stellen, z. B. in Heizungsschächten, wo Temperaturen von ca. 70 °C oder mehr auftreten können, sind zu umgehen.

   Beim Verlegen um Ecken oder in spitzen Winkeln sind scharfe Knicke zu vermeiden.
4. Beim Anklemmen ist es günstig, wenn man bei ummanteltem Kabel das Abschirmgeflecht über den Kabelmantel zurückklappt und so unter die Schelle legt. Bei Kabel ohne Mantel wird die Abschirmung gleichfalls nicht abgeschnitten, sondern zurückgeschlagen. Dadurch wird gleichzeitig die Gefahr von Kurzschlüssen zwischen einer Einzelader des Außenleiters und dem Innenleiter vermieden.

Mehrere Antennen für verschiedene Frequenzbereiche oder Fernsehkanäle sind über eine *Antennenweiche* mit einer gemeinsamen Empfängerzuleitung zu verbinden, an die die Eingänge eines Ton-Rundfunkempfängers und eines Fernsehempfängers (VHF/UHF) über eine Empfängerweiche oder eine Antennensteckdose und Empfängeranschlußkabel angeschlossen werden können. Die Weichen verhindern gegenseitige schädliche Rückwirkungen der Antennen und der Empfängereingänge. Zwischen zwei belegten Fernsehkanälen ist ein Zwischenraum von mindestens einem Kanal bei VHF und mindestens drei Kanälen bei UHF erforderlich. Antennenweichen gibt es zum Einbau in die Antennenanschlußdose, zur Montage im Freien und für Innenräume, zur Befestigung an der Wand oder frei hängend an der Empfängerzuleitung.

Weitere Montagehinweise:

Damit das Kabel nicht hin- und herschwingen kann, soll es im Freien mit einer ausreichenden Anzahl von Kabelstützen befestigt werden. In den **Bildern 6.5–3** und **–4** sind zwei Ausführungsbeispiele von Anlagen mit mehreren Antennen skizziert.

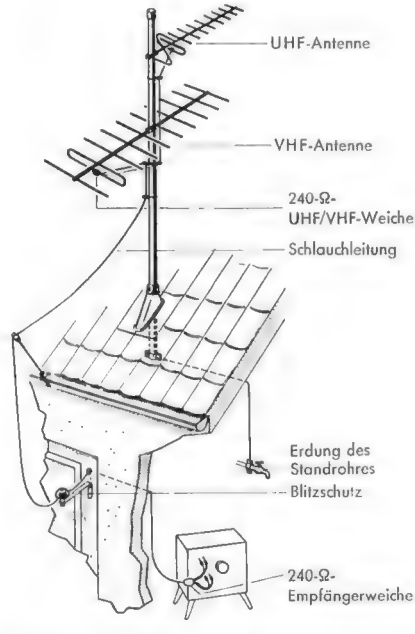


Bild 6.5–3 UHF/VHF-Einzel-Antennenanlage mit gemeinsamer 240-Ω-Niederführung (Kathrein)

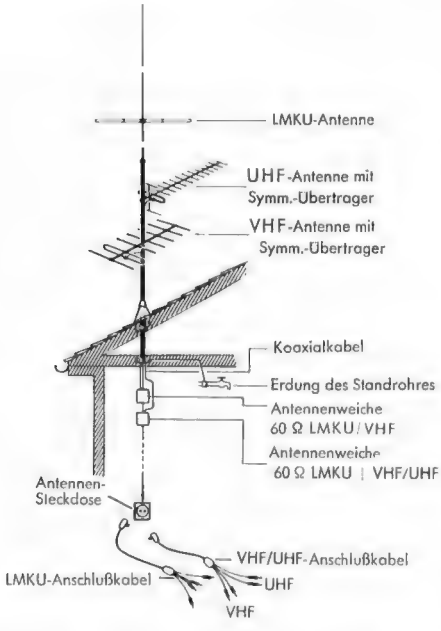


Bild 6.5–4 LMKU-, UHF- und VHF-Einzel-Antennenanlage mit gemeinsamer 60-Ω-Niederführung (Kathrein)

Um die Antennenspannung optimal auszunutzen, müssen bei der Verlegung der Antennenzuleitungen alle Anschlüsse und Verbindungen absolut einwandfrei hergestellt werden. **Bild 6.5–5** zeigt neben einem guten Beispiel verschiedene fehlerhafte Anschlüsse von Koaxialkabeln.

Richtig angeschlossen ist nur das Kabel an der mit „Ant" bezeichneten Klemme. Der Innenleiter ist um die Klemmschraube herumgelegt, ohne darüber hinauszuragen. Die Isolierung reicht bis an die Innenleiterklemme heran. Das Abschirmgeflecht ist unter der Klemmschelle nach rückwärts umgestülpt und großflächig zwischen Schelle und Chassis eingespannt. Es schließt mit der Schellenkante ab. Der äußere Schutzschlauch ist bis zur Klemmschelle belassen.

Bei der Klemme A ist der Innenleiter nicht um die Klemmschraube herumgelegt. Er steht weit über die Isolierleiste hinaus.

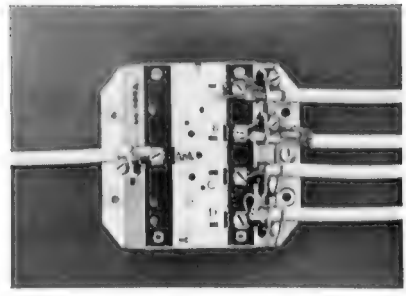


Bild 6.5–5 Fehlerhafte Anschlüsse von Koaxialkabeln (rechts) im Vergleich zu einem einwandfreien Anschluß (links)

Selbst wenn er das Metallchassis nicht direkt berührt, kann im Bereich IV/V ein Kurzschluß entstehen. Die Induktivität des Leitungsstücks und seine Kapazität gegen das Chassis bilden einen Serienkreis, der bei Resonanz einen Masseschluß für die Klemme bildet. Der über die Klemme hängende „Pinsel" des Abschirmgeflechts ist ebenfalls eine Kurzschlußgefahr. Der Innenleiter an der Klemme B ist zwar um die Klemmschraube herumgelegt, aber er ist nicht an der Klemme abgeschnitten, und sein Ende kommt ebenfalls in die Nähe des Metallchassis, so daß die gleichen Möglichkeiten für einen Kurzschluß bestehen wie bei der Klemme A. Die Schleife des zu einem Seil aufgewickelten Abschirmgeflechts an der Klemme B hat eine zu große Induktivität. Das gleiche gilt für die Schleife, die der Innenleiter an der Klemme D bildet. An der Klemme C ist die Isolierung des Innenleiters dicht an der Schelle zum Einspannen der Abschirmung abgeschnitten. Dadurch können aus dem Abschirmgeflecht herausstehende Drähte leicht einen Masseschluß für den Innenleiter bilden.

Die gezeigten Beispiele mögen manchem Praktiker übertrieben erscheinen. Weniger krasse Fehler können aber auch schon den Empfang im Bereich IV/V merklich verschlechtern.

Sorgfältige Arbeit bei der Installation macht sich bezahlt, denn die Fehlersuche kostet viel Zeit und Geld.

6.6 Antennenverstärker

Auf die Möglichkeit, in schlecht versorgten Gebieten die an der Antenne gewonnene Spannung zu verstärken, wenn sie durch die Dämpfung einer längeren Kabelableitung zu stark geschwächt wird, ist schon zu Beginn dieses Kapitels hingewiesen worden. Verstärker für Gemeinschaftsanlagen und für Einzelantennen sind verhältnismäßig klein und mit Transistoren bestückt, die sich durch niedriges Eigenrauschen auszeichnen und zudem nur eine relativ kleine Betriebsspannung bei geringstem Stromverbrauch benötigen.

Für die Auswahl eines passenden Verstärkers sind nicht nur bei Gemeinschaftsanlagen, sondern auch bei Einzelanlagen folgende Eigenschaften wichtig:

1. Verstärkung,
2. maximale Ausgangsspannung,
3. Breite des Verstärkungs-Frequenzbereiches.

Die Verstärkung muß in Einzelanlagen die Kabeldämpfung ausgleichen und so groß sein, daß der Empfänger die erforderliche Mindestspannung erhält. Häufig möchte man einen zweiten Fernsehempfänger an eine Einzelantennenanlage anschließen. Dazu ist ein Zweitgeräte-Verteiler erforderlich, dessen Verteilerdämpfung oft ebenfalls durch einen Verstärker ausgeglichen werden muß (vgl. Abschn. 1.132). Es gibt auch Zweitgeräteverteiler zum Anschließen von zwei Fernsehgeräten an eine Steckbuchse einer Gemeinschaftsanlage **(Bild 6.6–1).**

Die maximale Ausgangsspannung, die in den Katalogen der Hersteller für jeden Verstärkertyp angegeben ist, sollte man stets respektieren; es könnten sonst die im Abschnitt 6.7 behandelten Bildstörungen auftreten.

Nach der Breite des Verstärkungs-Frequenzbereiches sind zu unterscheiden:

1. *Kanalverstärker,* für einen Fernsehkanal,
2. *Bereichsverstärker,* die alle Kanäle der Fernsehbereiche I oder III oder IV/V verstärken. (Auch Tonrundfunk-Verstärker gehören zu den Bereichsverstärkern.)
3. *Allbereichsverstärker,* die in allen Fernsehbereichen und im UKW-Tonrundfunkbereich verstärken, zum Teil auch in den LMK-Bereichen.

Die angegebene maximale Ausgangsspannung darf bei Bereichs- und Allbereichsverstärkern in keinem belegten Kanal überschritten werden. Die Eingangsspannungen in den belegten Kanälen sollen sich höchstens um den Faktor fünf unterscheiden (Pegeldifferenz unter 14 dB). Zu hohe Eingangsspannungen sind in einzelnen Kanälen durch Dämpfungsglieder zu verringern, bei Allbereichsverstärkern oft auch im UKW-Tonrundfunkbereich. Wegen der Übersteuerungsgefahr ist es in vielen Fällen empfehlenswert, mit Kanal- oder Bereichsverstärkern nur in den Kanälen bzw. Bereichen zu verstärken, in denen es erforderlich ist.

Für Einzelanlagen werden Transistorverstärker in Einzelgehäusen in zwei Ausführungen geliefert:

1. mit Netzanschluß zum Anbringen in Innenräumen,
2. mit Fernspeisung und Freiluftgehäuse zum Befestigen am Antennenstandrohr.

Bei der Fernspeisung wird die Speisegleichspannung in einem Speisegerät, das

Bild 6.6–1 Zweitgeräteverteiler zum Anschließen von zwei Fernsehempfängern an eine Steckbuchse einer Gemeinschafts-Antennenanlage (Zgv 60, Hirschmann)

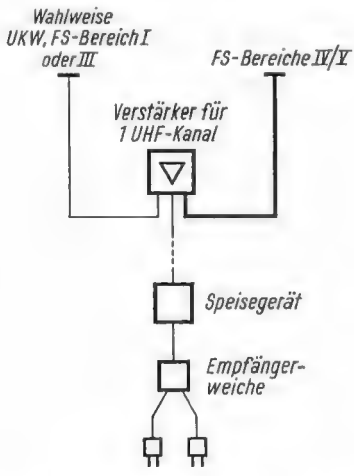


Bild 6.6–2 Antennenanlage mit ferngespeistem Verstärker für einen UHF-Kanal

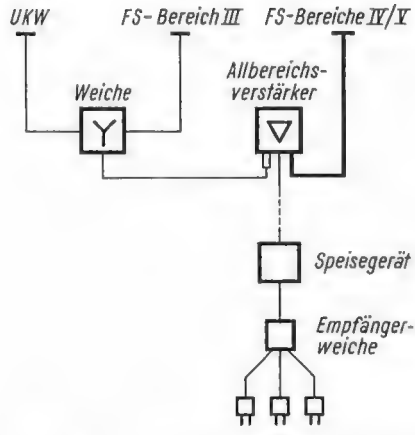


Bild 6.6–3 Antennenanlage mit ferngespeistem Allbereichsverstärker

in der Nähe des Empfängers angebracht wird, erzeugt und dem Verstärker über das Hochfrequenzkabel zugeführt.

In den Bildern **6.6–2** und **–3** sind Prinzipschaltungen von zwei Antennenanlagen mit ferngespeisten Verstärkern für einen UHF-Kanal bzw für alle Fernsehbereiche wiedergegeben.

Antennen mit ferngespeistem Verstärker werden bei sehr schlechten Empfangsverhältnissen auch in größerer Entfernung von der Empfangsstelle, z. B. auf einer benachbarten Anhöhe mit gutem Empfang, errichtet. In solchen Fällen wird abgeschirmtes Kabel spezieller Ausführung entweder in der Erde oder als Freileitung auf Stangen verlegt.

6.7 Antennenfehler und Empfangseinflüsse

6.71 Vorbemerkungen

Der Fernsehempfänger ist – vom Betrieb mit einer eingebauten Behelfsantenne abgesehen – stets nur ein Teil der Empfangsanlage. Folglich obliegt dem Fernsehservice auch die Betreuung der Antenne und ihrer Leitungsniederführung. Der Empfänger als solcher kann bei einer Beanstandung des Fernsehempfangs völlig in Ordnung sein, die Antennenanlage kann Fehler aufweisen. Andererseits besteht auch die Möglichkeit, daß sich die Empfangsverhältnisse, sei es im ganzen, sei es lediglich im VHF- oder im UHF-Bereich, geändert haben. Da wir bei solchen Untersuchungen immer von der Wirkung auf die Ursache schließen, entsteht die Frage, welche Symptome sich zeigen, wenn eine Antennenanlage, die ursprünglich einwandfrei arbeitete, fehlerhaft geworden ist oder den Empfangsbedingungen nicht mehr entspricht. Die Symptome offenbaren sich vorwiegend auf dem Bildschirm; sie sind nicht im Abschnitt 4.4 unter dem Zeichen ● ◎ ● registriert. Wir wollen sie aber hier als geschlossenen Komplex anführen und den möglichen Ursachen ausführlich nachgehen, ferner einige Hinweise über etwa notwendige Messungen geben und die Maßnahmen zur Beseitigung der Fehler oder

der Erscheinungen nennen, sofern sie sich nicht von selbst verstehen. Dabei werden zunächst beim Schwarzweißempfang häufig vorkommende Fehler behandelt. Ihre Auswirkungen im Farbbild sind im Unterabschnitt 6.73 erläutert.

6.72 Symptome

Rauschen

Das Bild ist trotz richtiger Einstellung des Gerätes verrauscht; es zeigt Schneegestöber **(Bild 6.7–1).**

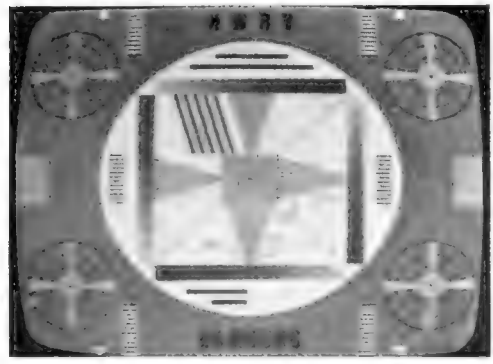


Bild 6.7–1 Verrauschtes Fernsehbild

Bei dieser Fehlererscheinung ist zunächst zu klären, ob die Ursache an der Antennenanlage oder am Empfänger zu suchen ist. Um sicher zu gehen und unnötige Sucharbeit zu vermeiden, sollte man erst einmal die Regelspannung an der Hf-Vorstufe – am einfachsten mit einem Schraubendreher – gegen Masse kurzschließen. Hierdurch läßt sich leicht feststellen, ob das Rauschen nicht durch eine zu hohe Regelspannung verursacht wird. Man kann auch zur Kontrolle an die Antenne ein Vergleichsgerät (eventuell Meßempfänger) anschließen. Andererseits kann man die Arbeitsweise des Empfängers mit einem Fernsehsignal-Generator kontrollieren, sofern dessen Ausgangsspannung definiert ist (siehe Abschnitt 3.6).

Wenn der Empfänger keine Fehler aufweist, liegt die Ursache der Beanstandung mit hoher Wahrscheinlichkeit an der Antenne. Meist wird dann eine Unterbrechung oder ein mangelhafter Kontakt am Antennenstecker, an der Antennensteckdose oder an den Kabelanschlüssen von Antennen, Weichen oder Verstärkern vorliegen. Ungeschirmte Leitungen können auch durch Bewegungen im Wind an Befestigungsstellen Aderbrüche erhalten haben oder von ihren Stützpunkten abgefallen sein und nun in Berührung mit geerdeten Teilen kommen.

Verrauschte Bilder können ferner durch zusätzliche Dämpfung der Antennenzuleitung entstehen. So wird man oft feststellen, daß sich auf einer Bandleitung Ruß niedergeschlagen hat. Diese Schicht kann in Großstädten und Industriegebieten manchmal bereits nach einjähriger Betriebszeit so stark sein, daß die Dämpfung auf den drei- bis fünffachen Wert ansteigt und von der Antennenspannung nur noch ein Bruchteil an die Empfängerbuchsen gelangt (siehe auch 6.2 und 6.5). Ferner können Kontaktstellen korrodiert sein, wenn die Anschlußkästchen nicht wasserdicht und schneegesichert sind. In den Küstengebieten besteht die Gefahr, daß die Innenisolierungen der Kabel durch die salzhaltige Seeluft zerstört werden. In solchen Fällen bleibt meist nur das Auswechseln des Kabels übrig.

Vielfältiger sind die Fehlermöglichkeiten in Gemeinschafts-Antennenanlagen für Rundfunk und Fernsehen. Die Fehlerortung wird deshalb bei der Ausdehnung der Anlage schwieriger sein und zudem alle Anpassungs-, Symmetrier- und Verteilungsorgane, gegebenenfalls auch den Antennenverstärker, umfassen. In diesem Zusammenhang sei noch erwähnt, daß manchmal aus technischer Unkenntnis der Entkopplungswiderstand in der Steckdose beseitigt wird, um auf solche Weise die Antennenspannung zu erhöhen. Als Folge davon kann unter bestimmten Voraussetzungen für einzelne Steckdosen sogar ein Kurzschluß entstehen. Sicher aber erfolgt dabei eine starke Fehlanpassung, wodurch die Spannungsaufteilung an der gesamten Anlage sehr unterschiedlich wird. Bei einem Teil der Anschlüsse kann deshalb der Empfang schlechter sein als bei den übrigen. Bildunschärfe oder gar Plastiker-

scheinungen sind zu erwarten, die durch Laufzeiteffekte hervorgerufen werden.

Synchronisationsstörungen

Wenn zu dem Bildrauschen noch Synchronisationsstörungen kommen, unterschreitet die Nutzspannung in jedem Fall die Empfindlichkeitsgrenze des Gerätes. Hier sind demnach die Unterbrechungen des Zuführungskabels offensichtlich, wenn nicht ein Kurzschluß vorliegt. – Bei einer Gemeinschaftsantennenanlage kann der Verstärker abgeschaltet oder defekt sein.

Die Fehlersuche auf Unterbrechungen erfolgt, wenn die Störquelle an erreichbaren Stellen nicht schon augenscheinlich ist, am zweckmäßigsten mit einem Leitungsprüfer. Er wird einfach an die beiden Adern (bei Koaxialkabeln an den Mittelleiter und die Schirmung) der Leitung gelegt. Vorher muß man aber nachprüfen, ob die Leitung am anderen Ende, z. B. durch den Faltdipol der Antenne, kurzgeschlossen ist. Andernfalls ist dort für die Überprüfung ein Kurzschluß herzustellen.

Geister

Auf dem Bild zeigen sich Geister **(Bild 6.7–2)**. Wenn, wie in allen hier angenommenen Fällen, ursprünglich eine einwandfreie Bildwiedergabe erfolgte, so können Reflexionen auf nachstehende Gründe zurückgeführt werden:

a) Inzwischen errichtete Neubauten, wie Stahlskelett-Hochhäuser für Büro- und Wohnzwecke, Großgasometer, metallische Schornsteine, Aussichtstürme, Fernmeldetürme und andere metallhaltige Gebilde,

b) Baumgruppen oder Waldungen, die z. Z. des Antennenbaues unbelaubt waren und zum Zeitpunkt der Störungen mit ihrem Laub Reflexionseigenschaften annehmen; ferner Bäume oder Baumgruppen, namentlich auf Hügeln, mit starkem Wachstum.

c) Höhenzüge und Berge, die zum Zeitpunkt der Störungen mit Schnee bedeckt sind.

Abhilfe bietet manchmal eine neue Ausrichtung der Antenne, im Fall a) mitunter auf den reflektierten Strahl. Eine aufwendigere Lösung ist eine scharfbündelnde Antenne mit großem Vor/Rückverhältnis ($\geq$ 26 dB) und kleinem horizontalem Öffnungswinkel ($\leq 30^0$), die auf den Hauptstrahl ausgerichtet ist. Hierbei sollte man abgeschirmtes Kabel verwenden, da ungeschirmte Leitungen ebenfalls reflektierte Wellen aufnehmen können, die mit der neuen Antenne gerade mühsam ausgeblendet worden sind. Die Abschirmung ist möglichst perfekt vom Dipol bis zum Empfängereingang durchzuführen. Bei großer Feldstärke im Nahbereich des Senders erweist es sich unter Umständen als notwendig, auch die kurze Zuleitung von der Antennenbuchse bis zum Kanalwähler im Innern des Gerätes durch

Bild 6.7–2 Fernsehbild mit Reflexionen

Bild 6.7–3 Fernsehbild mit Vorgeist

ein Abschirmkabel zu ersetzen. Eine ungeschirmte Leitung an dieser Stelle kann nämlich als selbständige Nebenantenne wirken und damit dem Empfänger das Sendersignal um Sekundenbruchteile früher zuleiten als die eigentliche Antenne; die Folge ist ein sogenannter Vorgeist **(Bild 6.7–3).**

Ferner sollte man – wenn nicht schon fabrikseitig geschehen – in den Netzeingang Hf-Drosseln einbauen, um auch von dieser Seite aus das Eindringen der reflektierten Wellen zu verhüten. Vorgenannte Maßnahmen tragen gleichzeitig zur Abwehr von Hf-Störungen bei.

Auch könnte man die Möglichkeit prüfen, durch Errichtung einer Weitempfangsantenne einen unter anderem Winkel einfallenden Zweitsender zu empfangen oder eine Antenne auf einer benachbarten Anhöhe zu errichten.

Moiré

Auf dem Bild zeigen sich Moiré-Störungen **(Bild 6.7–4).** Diese Erscheinungen beruhen meist auf einer der folgenden Ursachen:

a) Oszillatorstörstrahlung eines benachbarten UKW-Tonrundfunk- oder Fernsehempfängers,
b) Störstrahlung eines benachbarten Hochfrequenzgenerators, z. B. Kunststoffschweißgerät, Therapiegerät,
c) Rückwirkungen des Fernsehempfängers (besonders im Kanal 2, 7 und 8),
d) Übersteuerung oder Schwingneigung eines Antennenverstärkers.

Der Fall a) ist schon im Abschnitt 4.83 behandelt worden. In den Fällen a) und b) wendet man sich am besten an den Funkstörungs-Meßdienst der Bundespost. Als Abhilfemaßnahmen an der Empfangsanlage kommen in Betracht: abgeschirmte Niederführung, ausreichende Abstände zwischen mehreren Antennen, Verstärker zum Erhöhen der Antennenspannung (Nutzspannung) im gestörten Kanal.

Der unter c) genannte Fehler tritt leicht bei der Verwendung von Einbauantennen und bei zu langer hinter dem Gerät liegender ungeschirmter Antennenzuleitung auf.

Bild 6.7–4 Fernsehbild mit Moiré-Störungen

Lineare und nichtlineare Verzerrungen

Lineare Verzerrungen entstehen durch zu ungleichmäßige Durchlaßkurven von Übertragern, Filtern, Weichen und Verstärkern in Antennenanlagen. Die Durchlaßkurve solcher Bauteile gibt den Verlauf der Dämpfung an. Änderungen im Betriebsfrequenzbereich sollen möglichst 3 dB, höchstens 6 dB nicht überschreiten. Die gesamte Durchlaßkurve einer Antennenanlage kann auch durch große Fehlanpassungen in unzulässigem Maße verändert werden. **Bild 6.7–5** zeigt Mängel durch lineare Verzerrungen. Sie sind dadurch verursacht, daß der Pegel des Bildträgers und der Modulationsfrequenzen bis 1 MHz erheblich gegenüber dem Pegel des übrigen Kanals abgesenkt ist. Die geisterbildähnliche Verdoppelung der senkrechten Gitterlinien ist auf „Überschwingen" durch Übersteuerung des Empfängers im Bereich der hohen Modulationsfrequenzen zurückzuführen. Die typische Unschärfe des 1-MHz-Liniengitters im Testbild ist das Kennzeichen dafür, daß lineare Verzerrungen und nicht reflektierte Wellen die Fehlerursache sind.

Nichtlineare Verzerrungen entstehen in übersteuerten Verstärkern, bei denen die angegebene maximale Ausgangsspannung überschritten ist. In Kanalverstärkern werden dabei durch Intermodulation Störfre-

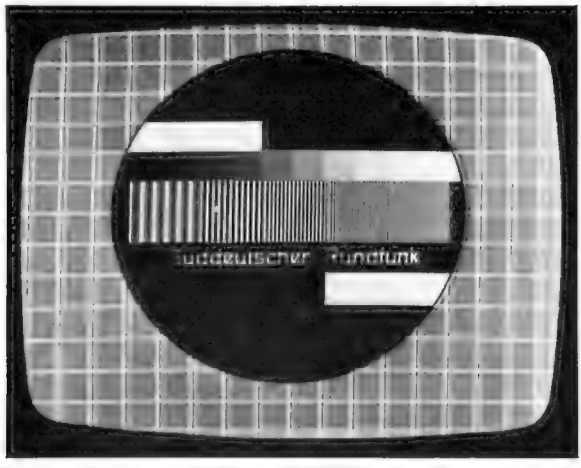


Bild 6.7–5 Fernsehbild mit Störungen durch lineare Verzerrungen

Bild 6.7–6 Fernsehbild mit „Scheibenwischereffekt" durch Kreuzmodulation

quenzen gebildet, die auf dem Bildschirm ähnliche Moiré-Störungen wie in Bild 6.7–4 erzeugen. In den übersteuerten Bereichs- und Allbereichsverstärkern kommt es bei mindestens zwei belegten Kanälen zum sogenannten „Scheibenwischereffekt" durch Kreuzmodulation. Durch die Modulationsübernahme wandert das Bild des zweiten Senders langsam durch das Bild des eingestellten Senders hindurch **(Bild 6.7–6)**. Darüber hinaus kann die Übersteuerung aller Antennenverstärker Synchronisationsstörungen verursachen, weil die Synchronimpulse erheblich gestaucht werden; es entstehen die verbogenen Konturen in **Bild 6.7–7.**

Zündstörungen

Auf dem Bild zeigen sich unregelmäßig gestrichelte Linien (sogenannte Perlenketten), hervorgerufen durch die Störabstrahlung der Hochspannungszündanlagen von Kraftfahrzeugen **(Bild 6.7–8).**

Bild 6.7–7 Fernsehbild mit Störungen durch Synchronimpulsstauchung

Dieser Fall, ursprünglich vielleicht kaum wahrnehmbar oder erträglich, kann bei plötzlich angewachsener Verkehrsdichte auftreten (vorübergehender Zustand bei Straßenumleitungen, bleibender Zustand z. B. bei Anlage eines Parkplatzes). Darüber hinaus muß aber ohnehin mit zunehmendem Kraftfahrzeugverkehr gerechnet werden, so daß anfänglich vereinzelt auftretende Störungen allmählich stärker in Erscheinung treten.

Hier hilft die Verwendung von abgeschirmtem Kabel und in hartnäckigen Fällen das Auswechseln der einstöckigen gegen eine zweistöckige Antenne, wodurch eine stärkere vertikale Bündelung erzielt wird. Manchmal ist auch durch einen Standortwechsel der Antenne, z. B. von der Straßenzur Hofseite, die Störung weitgehend zu beseitigen.

In diesem Zusammenhang sei noch erwähnt, daß der Gesetzgeber eine Funkentstörung der Zündanlagen von Ottomotoren vorschreibt. Da jedoch nicht überprüft wird, ob die Entstörung älterer Fahrzeuge noch in Ordnung ist, verursachen sie zum Teil trotzdem Funkstörungen.

6.73 Auswirkungen der Störungen im Farbbild

Farbige Fernsehsendungen kann man selbstverständlich mit den gleichen Antennenanlagen empfangen wie Schwarzweiß-Sendungen, weil sie von den gleichen Sendern in den gleichen Kanälen ausgestrahlt werden. Beim Farbfernsehen nach dem deutschen PAL-Verfahren wirken sich Rauschstörungen, Moiré-Störungen und Geisterbilder im Bild nicht stärker aus als beim Schwarzweiß-Empfang, so lange die Störungen im Schwarzweiß-Bild noch als erträglich angesehen werden können. Als Farbmoiré bezeichnete, farbige Schrägstreifen entstehen durch Störwellen, deren Frequenz in der Nähe des Farbträgers liegt. Da die Störfrequenz weitab vom Bildträger liegt, ist die Moiré-Störung viel schwächer, wenn das gleich Bild schwarzweiß wiedergegeben wird.

Bild 6.7–8 Fernsehbild mit Störerscheinungen durch Zündanlagen von Kraftfahrzeugen

Tabelle 6–III. Pegel-Spannungs-Nomogramm

Pegel/Spannung **dB/Spannungsverhältnis**

Spannungsgrenzwerte an den Empfängeranschlüssen nach VDE 0855	Spannung an 240Ω mV	Spannung an 60Ω mV	Pegel bezogen auf 1µV an 60Ω dBµV
	10000	5000	134
	8000	4000	
	6000	3000	130
	4000	2000	125
	2000	1000	120
			115
	1000	500	
	800	400	
	600	300	110
	400	200	105
	200	100	100
			95
Höchstwert für UKW-Tonrundfunk →	100	50	94
	80	40	
	60	30	90
Höchstwert für Fernsehen →	50	25	88
	40	20	85
	20	10	80
			75
	10	5	
	8	4	
	6	3	70
	4	2	65
	2	1	60
Für UHF erwünscht →			57,5
			55
Mindestwert für Fernsehen →	1	0,5	54
	0,8	0,4	
	0,6	0,3	50
	0,4	0,2	45
Mindestwert für UKW-Tonrundrunk →	0,2	0,1	40

← dB →		
1,0	0,0	1,0
0,94	0,5	1,06
0,89	1	1,12
0,84	1,5	1,19
0,8	2	1,25
0,75	2,5	1,33
0,71	3	1,41
0,67	3,5	1,5
0,63	4	1,6
0,6	4,5	1,67
0,56	5	1,78
0,53	5,5	1,88
0,5	6	2,0
0,47	6,5	2,12
0,45	7	2,24
0,42	7,5	2,37
0,4	8	2,5
0,38	8,5	2,66
0,35	9	2,82
0,33	9,5	3,0
0,32	10	3,16
0,28	11	3,55
0,25	12	4,0
0,22	13	4,5
0,2	14	5,0
0,18	15	5,62
0,16	16	6,3
0,14	17	7,1
0,125	18	8,0
0,11	19	8,9
0,10	20	10,0
0,089	21	11,2
0,08	22	12,5
0,071	23	14,1
0,063	24	16,0
0,056	25	17,8
0,05	26	20,0
0,045	27	22,4
0,04	28	25,0
0,035	29	28,2
0,032	30	31,6
0,028	31	35,5
0,025	32	40
0,022	33	45
0,02	34	50
0,018	35	56
0,016	36	63
0,014	37	71
0,0125	38	80
0,011	39	89
0,010	40	100
0,0056	45	178
0,0032	50	316
0,0018	55	562
0,001	60	1000

Um unerträgliche Farbmoiré-Störungen zu vermeiden, dürfen in Antennenanlagen nicht die Kanäle 5 und 10 oder 6 und 11 oder 7 und 12 zugleich belegt werden. Die Oszillator-Grundfrequenz des auf den unteren Kanal abgestimmten Empfängers hat 3,9 MHz Abstand von der Frequenz des Bildträgers und 0,53 MHz Abstand von der Frequenz des Farbträgers im oberen Kanal. Der Frequenzabstand von 3,9 MHz ergibt sich als Differenz der Zwischenfrequenz (38,9 MHz) und der fünffachen Kanalbreite (35 MHz).

Die Absenkung des Bildträgers, die die Störungen im Bild 6.7–5 verursacht, hätte mindestens erhöhte Farbsättigung, wahrscheinlich aber auch Änderungen in der Farbwiedergabe durch Übersteuerung im Frequenzgebiet des Farbträgers und seiner Modulation zur Folge. Wenn der Pegel im oberen Teil des Kanals zu stark verringert ist, sind die Farben nur schwach gesättigt, wenn nicht sogar die Farbwiedergabe durch den sogenannten Farbkiller abgeschaltet wird.

Nichtlineare Verzerrungen wirken sich im Farbbild ebenfalls nicht stärker aus als im Schwarzweiß-Bild, wenn man von krassen Fällen absieht, bei denen auch der Schwarzweiß-Empfang unbrauchbar ist.

Pegel

Beim Messen von Spannungen in Antennenanlagen ist es vorteilhaft, den Meßwert nicht als Absolutwert (z. B. in mV oder in µV), sondern als Relativwert anzugeben. Diesen Relativwert nennt man Pegel (n). Da viele Kennwerte (z. B. Verstärkung, Gewinn, Dämpfung) der Antennenbauteile in Dezibel (dB) angegeben werden, wird als Pegelmaß ebenfalls dB gewählt.

Der Pegel läßt sich aus der Spannung U durch folgende Beziehung berechnen.

$$n = 20 \log \frac{U}{U_0}$$

Als Bezugsspannung U_0 ist 1 µV an 60 Ω festgesetzt. Der Pegel mit diesem Bezugswert wird in dBµV angegeben. Diese Schreibweise ändert nicht die Maßeinheit dB. Deshalb dürfen wir dB und dBµV addieren und subtrahieren.

Das Pegel-Spannungs-Nomogramm **Tabelle 6–III** erleichtert das Auffinden der zueinander gehörenden Spannungs- und Pegelwerte.

Bei allen Umrechnungen ist zu beachten, daß die Spannungen auf 60 Ω bezogen sind. Spannungen an anderen Widerständen müssen auf 60 Ω umgerechnet werden. Eine Spannung an 240 Ω ist dazu zu halbieren.

7 Tabellenanhang

Tabelle 7–I. Internationale Normenreihen

Für die Auswahl von Widerständen nach Widerstandswerten und Kondensatoren nach Kapazitätswerten bevorzugt man heute aus Gründen der Standardisierung die (etwas ungewöhnlichen) Abstufungen der logarithmisch errechneten Normreihen, insbesondere der nebenstehenden internationalen Reihen E 6 mit ± 20 %, E 12 mit ± 10 % und E 24 mit ± 5 % Toleranz. Danach ergeben sich z. B. aus der E 12-Reihe (mit ± 10 % Toleranz) die unten aufgeführten Widerstandswerte. Jeder dieser Werte ist etwa 20 % größer als der vorhergehende. Es steht nun eine lückenlose Reihe von Werten zur Verfügung, bei der jeder Nennwert um ± 10 % differieren kann, ohne sich mit dem nächsten Wert zu überschneiden.

E 6	E 12	E 24
± 20%	± 10%	± 5%
1,0	1,0	1,0
		1,1
	1,2	1,2
		1,3
1,5	1,5	1,5
		1,6
	1,8	1,8
		2,0
2,2	2,2	2,2
		2,4
	2,7	2,7
		3,0
3,3	3,3	3,3
		3,6
	3,9	3,9
		4,3
4,7	4,7	4,7
		5,1
	5,6	5,6
		6,2
6,8	6,8	6,8
		7,5
	8,2	8,2
		9,1

Zu bevorzugende Widerstandswerte nach der internationalen E 12-Reihe (± 10 %)

Ω	10	12	15	18	22	27	33	39	47	56	68	82
	100	120	150	180	220	270	330	390	470	560	680	820
kΩ	1	1,2	1,5	1,8	2,2	2,7	3,3	3,9	4,7	5,6	6,8	8,2
	10	12	15	18	22	27	33	39	47	56	68	82
	100	120	150	180	220	270	330	390	470	560	680	820
MΩ	1	1,2	1,5	1,8	2,2	2,7	3,3	3,9	4,7	5,6	6,8	8,2

Tabelle 7–II. Ältere Fernseh-Bildröhren

AEG-Telefunken	SEL	Siemens	Valvo	Typ	Jahr	Ablenkwinkel	Nutzbare Schirmdiagonale	Nutzbare Schirmbreite	Nutzbare Schirmhöhe	max. Länge der Röhre	Gewicht	Sockel
							cm	cm	cm	cm	kg	
×			×	MW 36–24*	1953	70°	32	29	22	42	5	D
×				MW 36–29*	1953	70°	32	29	22	42	5	D
		×	×	MW 36–44*	1953	70°	32	29	22	42	5	D
			×	MW 43–43*	1954	70°	39	36	27	48	8	D
×				MW 43–61*	1953	70°	39	36	27	48	8	D
×				MW 43–61 A*	1954	70°	39	36	27	48	8	D
×	×	×	×	MW 43–64*	1954	70°	39	36	27	48	8	D
×	×	×	×	MW 43–69*	1954	70°	39	36	27	48	8	D
×	×	×	×	MW 53–20*	1955	70°	51	48	36	58	12	D
×	×	×	×	MW 53–80*	1955	90°	51	48	38	51	12	D
	×	×	×	MW 61–80*	1956	90°	58	54	43	53	14	D
×	×			AW 43–20	1955	70°	39	36	27	46	8	D
×	×	×	×	AW 43–80*	1957	90°	39	36	28	40	6	D
×	×	×	×	AW 43–88	1959	110°	40	37	30	32	5	Sp
×	×		×	AW 43–89	1960	110°	40	37	30	28	5	Sp
×	×	×	×	AW 47–91	1961	110°	45	38	30	31	7	Sp
×	×	×	×	AW 53–80*	1957	90°	51	48	38	38	12	D
×	×	×	×	AW 53–88	1959	110°	51	48	38	38	12	Sp
×	×	×	×	AW 59–90	1960	110°	57	49	38,5	39	12	Sp
×	×	×	×	AW 59–91	1962	110°	57	49	38,5	37	12	Sp
	×	×	×	AW 61–88	1959	110°	58	54	43	41	13	Sp

Alte Typenbezeichnung

MW = magnetisch fokussiert, weiße Schirmfarbe
AW = elektrostatisch fokussiert, weiße Schirmfarbe
1. Ziffernpaar = Schirmdiagonale (cm)

Zeichenerklärung

* mit Ionenfalle. Diese Röhren sind bei der Nachbestellung nur noch für eine gewisse Übergangsfrist mit Ionenfalle zu haben. Teilweise werden sie bereits mit gestrecktem Elektronenstrahlsystem und verstärkter Metallisierung geliefert. Über die Liefermöglichkeit der älteren Bildröhren informieren die Bezirks-Niederlassungen der Röhrenhersteller.
D = Duodecalsockel, 7pol.
Sp = Spezialsockel, DIN 44 431, 7pol.

Tabelle 7–III. Neuere Fernseh-Bildröhren

AEG-Telefunken	SEL	Siemens	Valvo	Typ	Jahr	Ablenkwinkel	Nutzbare Schirmdiagonale	Nutzbare Schirmbreite	Nutzbare Schirmhöhe	max. Länge der Röhre	Gewicht	Art der Röhre
							cm	cm	cm	cm	kg	
	×			A 25–10 W	1962	90°	24	22	16	26	1,5	1
	×			A 28–12 W	1968	110°	25	22	18	23	1,7	4
×	×	×	×	A 28–13 W	1965	90°	26	23	17	25	2,2	3
×		×	×	A 28–14 W	1967	90°	26	23	17	25	2	4
	×			A 31–15 W	1965	110°	29	25	19	24	2,7	4
	×			A 31–19 W	1966	90°	29	25	19	27	3	4
×		×	×	A 31–20 W	1968	90°	29	25	19	27	3	4
×		×	×	A 31–120 W	1970	110°	29	25	19	22	2,5	4
	×			A 41–10 W	1966	110°	37	32	25	28	4,2	4
×		×	×	A 44–12 W	1967	110°	41	35	27	28	5,3	4
	×			A 44–13 W	1967	110°	41	35	27	29	5,6	4
×		×	×	A 44–120 W	1968	110°	41	35	27	28	5,5	4
		×	×	A 47–11 W	1963	110°	45	38	30	31	7,5	3*
×	×			A 47–17 W	1963	110°	45	38	30	31	8	3
×		×	×	A 47–26 W	1967	110°	45	38	30	31	7,5	4
	×			A 47–27 W	1967	110°	45	38	30	31	8	4
×		×	×	A 50–12 W	1968	110°	47	39	31	31	9	4
×		×	×	A 50–120 W	1968	110°	47	39	31	31	9	4
	×			A 51–10 W	1967	110°	47	39	31	32	10	4
	×			A 51–100 W	1969	110°	47	39	31	32	10	4
		×	×	A 59–11 W	1963	110°	57	49	39	37	13	3*
×	×			A 59–12 W	1962	110°	57	49	39	37	14,5	3
×				A 59–12 W/2	1964	110°	57	49	39	37	13	3
	×	×	×	A 59–15 W	1967	110°	57	49	39	37	12	1
		×	×	A 59–16 W	1963	110°	57	49	39	38	16	2
×	×			A 59–20 W	1966	110°	57	49	39	37	13	3
	×			A 59–22 W	1967	110°	57	49	39	37	13	4
×		×	×	A 59–23 W	1967	110°	57	49	39	37	13	4
×	×	×	×	A 61–120 W	1969	110°	58	48	38	37	13	4
×	×	×	×	A 65–11 W	1965	110°	62	53	42	39	18	3
	×			A 65–13 W	1967	110°	62	53	42	39	18	4

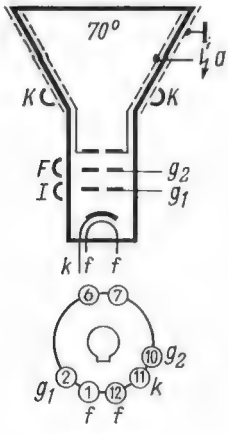
Neue Typenbezeichnung, Beispiel:

A 59 – 11 W

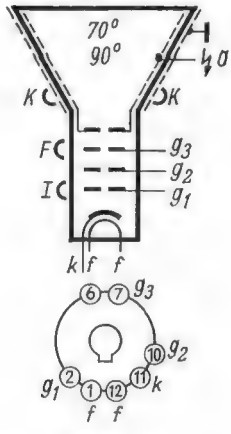
- A: elektrostatische Fokussierung
- 59: Schirmdiagonale
- 11: Laufzahl
- W: Fluoreszenzfarbe

Art der Röhre
1 für Einbau hinter einer Schutzscheibe
2 mit aufgeklebter Schutzscheibe
3 mit Metallmanschette (M-Röhre)
4 mit schmaler zurückgezogener Manschette (Durchsteckröhre)
* ursprünglich mit Polyester-Überzug und Metallrahmen

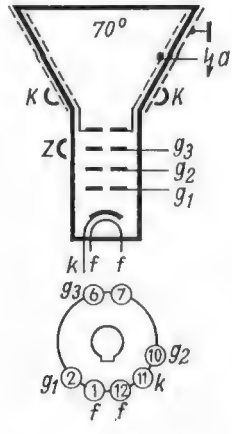
Tabelle 7–IV. Innenschaltungen und Sockel der Schwarzweiß-Bildröhren



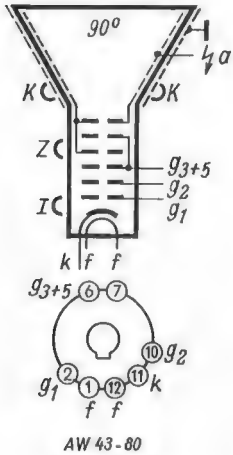
MW 36-24
MW 36-29
MW 43-61
MW 43-61 A



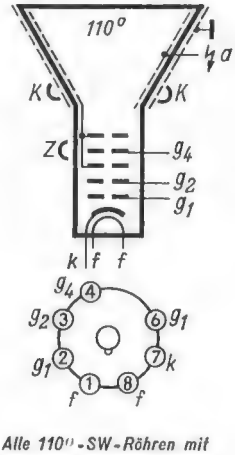
70° MW 36-44
MW 43-43
MW 43-64
MW 43-69
MW 53-20
90° MW 53-80
MW 61-80



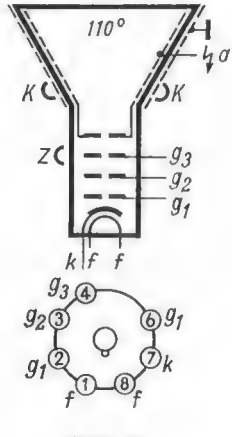
AW 43-20



AW 43-80
AW 53-80



Alle 110°-SW-Röhren mit 28,6 mm Halsdurchmesser außer AW 43-89



AW 43-89

I = Ionenfallenmagnet, F = Fokussiermagnet, Z = Zentriermagnet,
K = Kissenentzerrungsmagnet

Tabelle 7–V. Farbfernseh-Bildröhren

AEG-Telefunken	SEL	Siemens	Valvo	Typ	Jahr	Nutzbare Schirm-diagonale	Nutzbare Schirm-breite	Nutzbare Schirm-höhe	max. Länge der Röhre	Gewicht	Art der Röhre
						cm	cm	cm	cm	kg	
		X	X	A 49–11 X		46	40	31	46	11	1
	X			A 55–14 X	1968	51	44	35	49	16	1*
	X			A 55–15 X	1968	51	44	35	49	16	2*
X			X	A 56–11 X	1968	53	45	34	48	15	1
X	X	X	X	A 56–120 X	1968	53	45	34	48	14	2
X			X	A 56–140 X	1970	53	45	34	40		2/110
X	X	X	X	A 63–11 X	1967	58	50	40	52	19	1
X		X	X	A 63–120 X	1968	58	50	40	52	19	2
	X			A 63–200 X	1968	58	50	40	52	18	2
X	X	X	X	A 66–120 X	1970	62	52	39	52	20	2
X	X	X	X	A 66–140 X	1970	62	52	39	43	20	2/110

Art der Bildröhre

1 für Einbau hinter einer Abdeckblende
2 zum Durchstecken
/110 110°-Ablenkung
*) RCA-Röhre mit europ. Typenbezeichnung

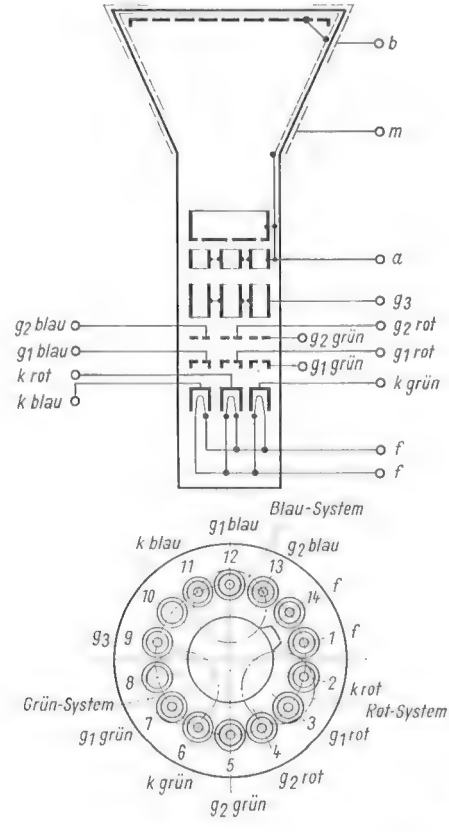
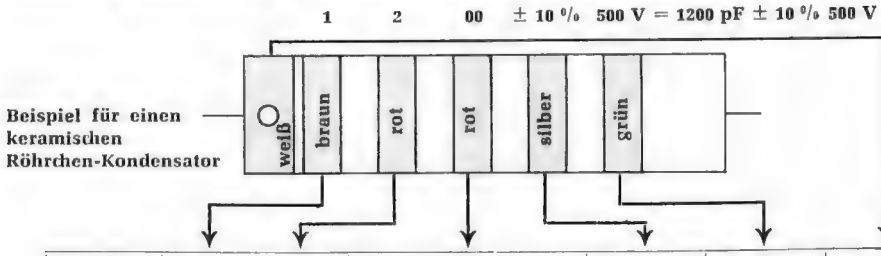
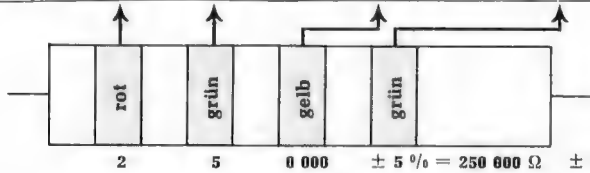


Tabelle 7–VI. Internationaler Farb-Code für Widerstände und Kondensatoren



Farbe	1. Ring oder Punkt gleich 1. Ziffer	2. Ring oder Punkt gleich 2. Ziffer	3. Ring oder Punkt: Zahl der Nullen	3. Ring oder Punkt: Bereich des Wertes	4. Ring oder Punkt gleich Toleranz	5. Ring bei Kondensatoren gleich Betr.-Spg.	Breiter Ring oder Punkt TK_C $10^{-6}/°C$
schwarz	0	0		1...99 Ω oder pF			0
braun	1	1	0	100...990 Ω oder pF	± 1 %	100 Volt	– 30
rot	2	2	00	1...9,9 kΩ od. nF	± 2 %	200 Volt	– 80
orange	3	3	000	10...99 kΩ od. nF		300 Volt	– 150
gelb	4	4	0 000	100...990 kΩ od. nF		400 Volt	– 220
grün	5	5	00 000	1...9,9 MΩ od. µF	± 5 %*	500 Volt	– 330
blau	6	6	000 000	10...99 MΩ od. µF		600 Volt	470
violett	7	7				700 Volt	750
grau	8	8			± 1 %*	800 Volt	+ 30
weiß	9	9			± 10 %*	900 Volt	100... + 750
gold			× 0,1	0,1...9,9 Ω oder pF	± 5 %	1000 Volt	–
silber			× 0,01	0,01...0,99 Ω oder pF	± 10 %	2000 Volt	–
keine Kennzeichnung					± 20 %	500 Volt	



2 5 0 000 ± 5 % = 250 000 Ω ± 5 %

* Ausweichfarben

Bemerkungen zur dB-Rechnung

Die Einheit Dezibel (abgekürzt dB) ist ein logarithmisches Verhältnismaß und drückt das Verhältnis zweier Größen, z. B. zweier Leistungen, Spannungen oder Ströme aus. Dabei gelten die Beziehungen

$$n_{[dB]} = 10 \cdot \lg \frac{N_{Ausg}}{N_{Eing}}; \quad n_{[dB]} = 20 \cdot \lg \frac{U_{Ausg}}{U_{Eing}} \text{ oder } \frac{I_{Ausg}}{I_{Eing}}$$

bei Verstärkung $U_{Ausg} > U_{Eing}$; bei Dämpfung $U_{Ausg} < U_{Eing}$

Die gegenseitige Abhängigkeit von dB und den Verhältnisfaktoren

$$\frac{U_{Ausg}}{U_{Eing}} \text{ bzw. } \frac{I_{Ausg}}{I_{Eing}} \text{ oder } \frac{N_{Ausg}}{N_{Eing}}$$

entnimmt man einer entsprechenden Tabelle oder einem Nomogramm.

Es entsprechen also

$$+ 3 \text{ dB Verstärkung } \frac{U_{Ausg}}{U_{Eing}} = 1{,}413; \quad \frac{N_{Ausg}}{N_{Eing}} = 1{,}99 \approx 2$$

$$- 3 \text{ dB Abfall } \frac{U_{Ausg}}{U_{Eing}} = 0{,}70; \quad \frac{N_{Ausg}}{N_{Eing}} = 0{,}50$$

Der Vorteil der dB-Rechnung gegenüber der Verhältnisfaktor-Rechnung zeigt sich darin, daß man die dB-Werte der Verstärkungen und Dämpfungen unter Berücksichtigung der Vorzeichen einfach addiert.

Eine Tabelle über die gegenseitige Abhängigkeit „dB Spannungsverhältnis" befindet sich auf Seite 590 rechts.

Berichtigungen

Seite 35: Bild 1.13–7 ist um 180° zu drehen.

Seite 167: Unter Bild 3.4–19 muß es heißen: Berechnung des Phasenwinkels $\sin \varphi + \frac{b}{a}$

Seite 448: Bild 5.43–16 ist entsprechend dem Farbtripel von Bild 5.43–15 zu drehen.

Hersteller von Fernsehempfängern in der BRD

AEG-Telefunken, Fachbereich Rundfunk- u. Fernsehgeräte, 3 Hannover-Linden, Göttinger Chaussee 76
Blaupunkt-Werke GmbH, 32 Hildesheim, Robert-Bosch-Straße 200
Deutsche Philips GmbH, 2 Hamburg 1, Mönckebergstraße 7
Graetz-Vertriebsgesellschaft mbH, 753 Pforzheim, Östliche Karl-Friedrich-Straße 132
Grundig-Werke GmbH, 851 Fürth, Kurgartenstraße 37
Imperial GmbH, Radio Fernsehen Phono, 334 Wolfenbüttel, Lindener Straße 15
Körting Radio-Werke GmbH, 8211 Grassau, Bahnhofstraße 110
Loewe Opta GmbH, 864 Kronach, Industriestraße 11
Metz Apparate-Werke, 851 Fürth, Ritterstraße 5
Nordmende, Norddeutsche Mende Rundfunk KG, 28 Bremen-Hemelingen, Funkschneise 5–7
Saba-Werke, 773 Villingen, Hermann-Schwer-Straße
Schaub-Lorenz Vertriebsgesellschaft mbH, 753 Pforzheim, Östliche Karl-Friedrich-Str. 132
Siemens Electrogeräte GmbH, 8 München 2, Prannerstraße 8
Wega-Radio GmbH, 7012 Fellbach, Stuttgarter Straße 106

Anschriftenverzeichnis der in diesem Buch erwähnten Firmen

	Seite
AEG-Telefunken, Fachbereich Bauteile NSF 85 Nürnberg, Obere Kanalstraße 24	297, 301, 305, 315, 332
AEG-Telefunken, Fachbereich Röhren, 79 Ulm, Söflinger Straße 100	420, 479 594, 595, 597
AEG-Telefunken, Fachbereich Halbleiter, 71 Heilbronn, Theresienstraße 2	258, 501
AEG-Telefunken, Fachbereich Rundfunk- und Fernsehgeräte, 3 Hannover, Göttinger Chaussee 76	20, 36, 40, 41, 61, 63, 79, 264, 269, 299, 328, 334, 335, 354, 358, 362, 363, 364, 367, 415, 416, 457, 476, 477, 480, 481, 482, 487, 488, 491, 499, 500, 502, 503, 504, 524, 525, 535
Alfelder Ladenbau, H. Hummer, 322 Alfeld, Leinstraße 28	83, 89, 90
ASA-Transformatoren- und Apparatebau, 3548 Arolsen, Bahnhofstr. 59/61	109, 110
Astro, Adolf Strobl, Antennenfabrik, 506 Bensberg	35
Bausenhart, Dr. Hugo, 763 Lahr/Schwarzwald	143
Belzer-Werk, Spezialwerkzeugfabrik für Elektro-, Radio- und Fernsehtechnik, 56 Wuppertal-Cronenberg	98
Bernstein-Werkzeugfabrik, Steinrücke, 563 Remscheid-Lennep, Schwelmer Straße 34	83, 98, 100, 101, 102, 103, 512
Blaupunkt-Werke GmbH, 32 Hildesheim, Robert-Bosch-Straße 200	20, 41, 42, 59, 307, 364, 415, 525
Bleiwerk Goslar KG, 338 Goslar, Im Schleeke 8	115, 381, 382
Bosch, Robert Bosch Elektronik und Photokino GmbH, 1 Berlin 33, Forckenbeckstraße 9–13	574
Brauer, J. K. u. Co., 2 Hamburg 1, Burchardstraße 8	103
Dr. Hans Bürklin, 8 München 15, Schillerstraße 40	416
Classen Metall, Fluitin-Tinol, 41 Duisburg, Königstraße 53	115
Clouth, Alfred, Lackfabrik, 6050 Offenbach a. Main, Postfach 100	392
Conrad, Werner, 8452 Hirschau/Bay.	101, 103, 416
Conradty, C., 85 Nürnberg, Spittlertorgraben 9	247
Damm, Friedrich, Werkzeug- und Isolierfabrik, 5223 Nümbrecht-Malzhagen, Postfach 80	99, 100
Delektronik KG, 287 Delmenhorst, Postfach 92	416
Deutsche Philips GmbH, siehe Philips	
Engel GmbH, Elektrotechnische Fabrik, 62 Wiesbaden-Schierstein, Rheingaustraße 34–36	109, 110, 380, 405

Ensslin, Gustav, Holzbearbeitungsfabrik, 708 Aalen, Postfach 1227 . . . 90, 91
Ersa, Ernst Sachs KG, 698 Wertheim, Leonh.-Karl-Straße 24 . . . . . 377, 379, 380, 381, 384, 386
ETE Electronic, Inh. A. Sipos, 7532 Niefern, Im Enzfeld 1–3 416
Faber, AW, Castell, 8504 Stein bei Nürnberg 396
Fewa-Werke, 4 Düsseldorf 114
Fondermann u. Co., 5657 Haan, Diekerstraße 1 108
FTE maximal, 7130 Mühlacker, Postfach 346 416
Graetz-Vertriebsgesellschaft mbH, 753 Pforzheim, Östliche Karl-Friedrich-Straße 132 . . . . . 299, 303, 304, 513
Grundig-Werke, GmbH, 851 Fürth, Postfach 205 . . . . . 36, 43, 44, 79, 90, 109, 177, 179, 321, 322, 326, 354, 359, 369, 370, 371, 415, 417, 502, 514
Hahn u. Kolb, Werkzeugmaschinen und Werkzeuge, 7 Stuttgart 1, Königstraße 14, Postfach 333 511
Hartmann & Braun AG, Meß- und Regeltechnik, 6 Frankfurt 90, Gräfstraße 97 . . . . . 120, 121
Heninger, Erwin, 8 München 2, Mittererstraße 3 105
Henkel + Cie, GmbH, 4 Düsseldorf, Henkelstraße 67 112
Hirschmann, Richard, Radiotechnisches Werk, 73 Eßlingen, Ottilienstraße 19 . . . . . 33, 568, 569, 570, 571, 572, 574, 575, 583
Hitzfeld, Otto I., Lötmittel-Herstellung, 8 München 81, Knappertsbuschstraße 39 115
Holzäpfel, C., KG, 7273 Ebhausen 392
Hopt, R. u. E. Hopt KG, Elektronische Bauelemente, 721 Rottweil a. N. . . 323
Ideal Fernseh-Leuchte KG, 6 Frankfurt - S 70, Paul-Ehrlich-Str. 8 . . . 32
Intermetall, Halbleiterwerk der Deutschen ITT Industrie GmbH, 78 Freiburg, Hans-Bunte-Straße 19 . . . . . 258, 501
Kaminski, Günther, 4358 Haltern, Pregelstraße 8 417
Kathrein-Werke KG, 82 Rosenheim 2, Luitpoldstraße 18–20 . . . . . 33, 572, 578, 579, 581, 582
Keitler u. Sohn KG, 8902 Augsburg-Göggingen, Brandweg 1, Postfach 18 . 94
Klemt, Arthur, Elektronische Meßgeräte, 8031 Olching, Roggensteiner Straße 19 122
Knecht, K., KG, 741 Reutlingen, Wilhelmstraße 8 91
Kontakt-Chemie, E. Friedrich, 755 Rastatt, Postfach 52 . . . . . 113, 114, 116
Korte, Adolf, KG, 7054 Korb bei Stuttgart 108
Kronhagel, W., KG, 318 Wolfsburg, Albert-Schweitzer-Str. 2 A 105, 106
Küppers Metallwerk GmbH, 53 Bonn, Endenicher Straße 116 382
Leiß, Eduard, Landshuter Lackfabrik, 83 Landshut, Industriegelände . . 391
Lötring, Werner Bittmann, Spezialfabrik moderner elektrischer Lötwerkzeuge, 1 Berlin 12, Windscheidstraße 18 . . . . . 377, 378, 380, 384, 385
Loewe Opta, GmbH, 864 Kronach/Ofr. Industriestraße 11 . . . . . 42, 354, 415, 486, 487, 493
Luxo-Leuchten-Vertriebs-GmbH, 32 Hildesheim 1, Postfach 531 . . . . 85, 86, 90
Matscheko, Anton KG, 851 Fürth, Nürnberger Straße 35 108
Mentorwerke, Ing. Dr. Paul Mozar, Fabrik für Feinmechanik und Elektrotechnik, 4 Düsseldorf-Gerresheim, Quadenhofstraße 72 . . . 377, 380, 385
Metz Apparatewerke, 851 Fürth, Ritterstraße 5 . . . . . 36, 40, 42, 367, 369, 415

Nord Apparatebau- und Vertriebsges. mbH,
2 Hamburg 22, Wandsbeker Chaussee 66 . . . . . 92, 93, 109
Nordmende, Norddeutsche Mende Rundfunk KG,
28 Bremen 2, Funkschneise 5/7 . . . . . 20, 41, 42, 43, 61, 109, 264, 288, 289, 295, 370, 473, 480, 485, 525
Nordwest-Chemie, W. Kuhmichel, GmbH, 3 Hannover, Dornierstr. 9 . . 392, 396
NSF (siehe unter AEG-Telefunken
Osram GmbH, 1 Berlin 10, Ernst-Reuter-Platz 8,
8 München 90, Hellabrunner Straße 1 32
Paff, Wilhelm, Stannol-Lötmittelfabrik,
56 Wuppertal-Barmen, Oskarstraße, Postfach 929 382
Philips, Deutsche Philips GmbH, 2 Hamburg 1, Mönckebergstr. 7 . . . 83, 86, 87, 88, 99, 104, 105, 106, 108, 109, 110, 113, 115, 116, 303, 360, 370, 385, 386, 415, 477, 478, 480, 492, 499, 502, 504, 511, 513
Philips Elektronik Industrie GmbH, 2 Hamburg 63, Röntgenstr. 22
Philips Service-Zentrale, 2 Hamburg 26, Hammer Landstraße 12
Rapp, Hermann, Werk für Laboreinrichtungen,
7187 Blaufelden/Württ., Postfach 1144 . . . . . 87, 88, 93, 94, 109, 110
Rei-Werke, GmbH u. Co., KG, 5407 Boppard/Rhein, Haus Belgrano . . . 114
Resista GmbH, 83 Landshut, Ludmillastraße 23–25 143
Rosenthal-Isolatoren GmbH, 8672 Selb/Bayern, Werk 2 143
Saar, Johann, GmbH, 6391 Grävenwiesbach/Ts. 103
Saba-Werke, 773 Villingen/Schwarzw., Postfach 2060 . . . . . 60, 264, 361, 424, 475, 483, 484
Schäfer u. Co., R. Cramolin-Werk, 7130 Mühlacker, Postfach 307 . . . . 113, 114, 115, 382, 391
Schäfer, Fritz, GmbH, 5908 Neunkirchen/Siegen, Postfach 120 103
Schäfer, Justus, 435 Recklinghausen, Oerweg 85–87 416
Schütze, H., 8032 Gräfeling, Flurstraße 5 112
Schwaiger, Christian, KG, 8506 Langenzenn, Würzburger Straße 17 . . . 416
Schwarz, Karl F., Transformatoren-Fabrik,
67 Ludwigshafen, Bruchwiesenstraße 23–25 . . . . . 109, 110, 512
Sidol-Werke, Siegel-Werke, 5 Köln-Braunsfeld, Eupener Str. 57–59 . . 114
Siemens Aktiengesellschaft, 8 München 2, Wittelsbacherplatz 2 . . . . 60, 115, 201, 249, 258, 264, 295, 364, 415, 474, 501, 525
Siemens Aktiengesellschaft, Wernerwerk für Bauelemente,
Werk für Röhren, 8 München, St.-Martin-Str. 76 . . . . . 594, 595, 597
Siemens Aktiengesellschaft, Wernerwerk für Meßtechnik,
75 Karlsruhe-West, Rheinbrückenstraße 50
Siemens Aktiengesellschaft, Wernerwerk für Weitverkehr- und Kabeltechnik, Abt. Empfangsantennen, 8 München 25, Hofmannstr. 51 . . . 34
Standard Elektrik Lorenz AG (SEL), Vertrieb Röhren, Rundfunk- und Fernsehbauteile, 73 Esslingen, Fritz-Müller-Str. 112 . . . . . 594, 595, 597
Telco, 8 München 80, Franz-Prüller-Straße 15 94
Telo-GmbH + Co., KG, 2351 Trappenkamp, Postfach 20 85
Teroson-Werke GmbH, 69 Heidelberg 1, Postfach 1720 112
Teuber, Wilhelm, Holzwerkstätten, 6081 Klein Rohrheim, Wormser Str. 23 101
TV electronic GmbH, 6 Frankfurt, Mainzer Landstraße 148 416

Uhu-Werk, H. u. M. Fischer, 758 Brühl 112
Valvo GmbH, 2 Hamburg 1, Burchardstraße 19 . . . . . 75, 247, 249, 258, 298, 319, 320, 327, 332, 420, 458, 465, 501, 594, 595, 597
Votteler, Theodor, Lackfabrik, 7 Stuttgart-Zuffenhausen, Postfach 40 09 29 . . . 395, 396
Wagner, Günther, Pelikan-Werke, 3 Hannover, Podbielskistraße 141 . . . 112
Weiss, Germar, 6 Frankfurt/M., Mainzer Landstraße 148 416
Weller Elektro-Werkzeuge GmbH, 7122 Besigheim, Postfach 140 . . . . 377, 378, 379, 380, 381, 386
Werco, siehe unter Conrad, Werner
Winter Optik GmbH, 8510 Fürth, Salzstraße 18–22, Postfach 87 108
Winter, Robert, 588 Lüdenscheid 416
Zeva Elektrizitäts-Ges., 3548 Arolsen, Bahnhofstraße 73 118

Literaturverzeichnis

(Fachaufsätze sind – aus Platzgründen – im Quellenverzeichnis nicht enthalten)

Fernsehtechnik, allgemeine Werke

Conrad, J.: Fernsehtechnik von A bis Z, Farbe und Schwarzweiß, RPB, Bd. 55/56a, 5. Aufl., Franzis-Verlag, München, 1970

Duru, D.: Hilfsbuch für den Fernsehtechniker, Deutsche Philips GmbH, Hamburg, 1965

Goldammer, R. und Spengler, W.: Der Fernseh-Empfänger, 4. Aufl., Franzis-Verlag, München, 1964 (vergriffen)

Holm, W. A.: Fernsehtechnik ohne Mathematik, 2. Aufl., Deutsche Philips GmbH, Hamburg, 1966

Holm, W. A.: Farbfernsehtechnik ohne Mathematik, 3. Aufl., Deutsche Philips GmbH, Hamburg, 1961

Kinne, E.: Farbfernsehen, Dr. Alfred Hüthig Verlag, Heidelberg, 1968

Koubek, M.: Fernsehempfangstechnik Schwarzweiß und Farbe, Taschen-Lehrbuch der Fernsehtechnik, Franzis-Verlag, München, 1969

Koubek, M.: Fernsehempfänger-Schaltungstechnik, Taschen-Lehrbuch der Fernseh-Schaltungstechnik Schwarzweiß und Farbe, Franzis-Verlag, München, 1970

Limann, O.: Fernsehtechnik ohne Ballast, 9. Aufl., Franzis-Verlag, München, 1971

Mayer, N.: Technik des Farbfernsehens in Theorie und Praxis, Verlag für Radio-Foto-Kinotechnik GmbH, Berlin-Borsigwalde, 1967

Möhring, F.: PAL-Farbfernsehtechnik, 2. Aufl., C. F. Winter'sche Verlagshandlung, Prien/Chiemsee, 1968

Nührmann, D.: Farbfernsehtechnik nach dem NTSC-PAL-System, Telekosmos-Verlag, Stuttgart, 1967

o. V.: Internationales Handbuch für Rundfunk und Fernsehen. Hans-Bredow-Institut, Hamburg, 1969/70

Pils, E. P. †: Wörterbuch der Elektronik. Telekosmos-Verlag, Stuttgart, 1968

Prestin, U.: Standardschaltungen der Rundfunk- und Fernsehtechnik, 2. Aufl., Franzis-Verlag, München

Ratheiser, L.: Röhren- und Transistoren-Handbuch, 3. Aufl., Technischer Verlag, Ing. Walter Erb, Wien 1964

Richter, H. †: Farbfernsehen für alle. Telekosmos-Verlag, Stuttgart, 1967

Telefunken-Fachbuch: Farbfernsehtechnik I, 1. Aufl., Franzis-Verlag, München, 1969

Telefunken-Laborbuch für Entwicklung, Werkstatt und Service, Band 1, 2, 3, 4 und 5. 9., 5., 3., 3. und 1. Auflage, Franzis-Verlag, München, 1970, 1969, 1968, 1970, 1971

Tuner, Markus (Graetz): Farbfernseh-Praktikum, Band 1. Einführung in das Prinzip der Übertragung von farbigen Fernsehbildern. Band 2. Schaltungstechnik, Verlag F. W. Rubens, Unna, 1966 u. 1967

DIN 45 060, Fernsehtechnik, Begriffe (Dez. 1967)

DIN 45 061, Farbfernsehtechnik, Begriffe, Beuth-Vertrieb, GmbH, Berlin W 15 und Köln

Fernseh-Service

Aring, W.: Fernseh-Bildfehler-Fibel. 4. Aufl., Franzis-Verlag, München, 1970

Diefenbach, W. W.: Handbuch der Radio- und Fernsehreparaturtechnik, Band 2 Fernseh-Service, 4. Aufl., 1968; Band 3 Fernseh-Service, Fehlerdiagnose für Schwarzweiß- und Farbfernsehempfänger, 4. Aufl., 1970; Band 4 Farbfernseh-Service, 1970; Telekosmos-Verlag, Stuttgart

Hartwich, W.: Einführung in die Farbfernseh-Servicetechnik; Band I, Grundlagen der Farbfernsehtechnik, 4. Aufl., 1967; Band II, Schaltungstechnik und Service-Einstellungen, 2. Aufl., 1966; Band III, Meßtechnik und Fehlerbestimmung, 1969, Deutsche Philips GmbH, Verlagsabt. Hamburg.

Heinrichs, G.: Farbfernseh-Service-Technik, 1969; Fernseh-Service, praktisch und rationell, 2. Aufl., 1969. Beide Franzis-Verlag, München

Knobloch, W.: Prüfen, Messen, Abgleichen, Service an Farbfernsehempfängern, Verlag für Radio-Foto-Kinotechnik, Berlin-Borsigwalde, 1970

Köhler, H.: Telekosmos-Servicebuch Transistor-Fernsehempfänger, Reparatur und Kundendienst von voll- und teiltransistorisierten Fernsehempfängern. Telekosmos-Verlag, Stuttgart, 1967

Lummer, H.: Erfolgreicher Fernseh-Service. Taschen-Lehrbuch der Fernsehempfänger-Reparaturtechnik, 2. Aufl., RPB 147/152. Franzis-Verlag, München, 1970

Nieder, E.: Fehler-Katalog für den Fernseh-Service-Techniker. 3. Aufl., Franzis-Verlag, München, 1971

Richter, H.: Service-Fibel für die Farbfernsehtechnik, 1. Aufl., 1969. Service-Fibel für die Fernsehtechnik (mit Fehlersuchtabelle) 4. Aufl., 1969, Vogel-Verlag, Buchverlag, Würzburg

Meßtechnik

Carter, H.: Kleine Oszillografenlehre. Deutsche Philips GmbH, Verlags-Abt. Hamburg, 1968

Czech, J.: Oszillographen-Meßtechnik. Verlag für Radio-Foto-Kinotechnik GmbH, Berlin-Borsigwalde, 1967

Heinrichs, G.: Service-Meßtechnik. Franzis-Verlag, München, 1970

Kleinspehn, H.-J.: Farbfernseh-Meßtechnik. Telekosmos-Verlag, Stuttgart, 1968

Limann, O.: Dioden-, Röhren- und Transistorvoltmeter, RPB, Bd. 33/35, 7. Aufl., Franzis-Verlag, München, 1968

Nieder, E.: Der Selbstbau von Meßeinrichtungen für die Funkwerkstatt. RPB, Bd. 77/77a. 6. Aufl., Franzis-Verlag, München, 1969

o. V.: Siemens-Taschenbuch für Elektromeßtechnik, Hsgb. Siemens & Halske AG, Wernerwerk für Meßtechnik, Karlsruhe, 1969

Prestin, U.: Wobbel-Meßtechnik, Bedeutung, Wirkungsweise, Anwendung. Telekosmos-Verlag, Stuttgart, 1966

Richter, H.: Hilfsbuch für Elektronenstrahl-Oszillografie. 6. Aufl., Franzis-Verlag, München, 1969

Schimke: Meßtechnik an Farbfernseh-Ablenkmittel 1970/71, ITT-Fachbuchreihe

Starke, L.: Elektronische Voltmeter. Telekosmos-Verlag, Stuttgart, 1964

Sutaner, H.: Die Wobbelsender, RPB, Bd. 103, 3. Aufl., Franzis-Verlag, München, 1968

.: Wie arbeite ich mit dem Elektronenstrahl-Oszillografen? RPD, Bd. 99, 6. Aufl., Franzis-Verlag, München, 1969

Wolf, G.: Oszillografen und ihre Breitbandverstärker, 2. Aufl., Franzis-Verlag, München, 1966

Halbleiter

Benda, H.: Einführung in die Grundlagen der Halbleitertechnik, 2. Aufl. Siemens Aktiengesellschaft, HWA G1 Verlag, Erlangen 1968

Büscher, G.: Kleines Halbleiter-ABC. RPB 134/135. 2. Aufl., Franzis-Verlag, München, 1970

Dennewitz, R.-D.: Integrierte Schaltungen in der Unterhaltungs-Elektronik. Franzis-Verlag, München, 1970

Fontaine, G.: Dioden und Transistoren, Bd. I, Grundlagen, 2. Aufl.; Bd. II, NF-Verstärkung; Bd. III, HF-Verstärkung (in Vorbereitung); Bd. IV, Schalterbetrieb. Deutsche Philips GmbH, Verlags-Abt., Hamburg

Kaden, H.-E.: Das Transistorlehrbuch, 3. Aufl., Deutsche Philips GmbH, Verlags-Abt. Hamburg

Lehmann, G.: Dioden und Transistoren – kurz und bündig, Vogel-Verlag, Buchverlag, Würzburg, 1969

Lennartz, H. u. Taeger, W.: Transistor-Schaltungstechnik, Verlag für Radio-Foto-Kinotechnik, Berlin-Borsigwalde, 1967

Lob, U.: Die Wirkungsweise der Halbleiterdiode, Siemens Aktiengesellschaft HWA G1, Verlag, Erlangen 1969

Mende, H. G.: Leitfaden der Transistortechnik, 5. Aufl., Franzis-Verlag, München, 1970

Mende, H. G.: Kristalldioden- und Transistoren-Taschen-Tabelle, 9. Aufl., Franzis-Verlag, München, 1970

o. V.: Halbleiter-Lexikon, ein Telefunken-Fachbuch; Der Transistor I, ein Telefunken-Fachbuch, 7. Aufl., 1970; Der Transistor II, ein Telefunken-Fachbuch, 3. Aufl., 1968. Beide Franzis-Verlag, München

Richter, E. I. A. und Schippers, H.-P.: Tyristoren, Grundlagen und Anwendungen (1971) Intermetall, Halbleiterwerk der Deutsche ITT Industries GmbH

Richter, H.: Transistorpraxis, 10. Aufl., Telekosmos-Verlag, Stuttgart, 1968

Richter, H.: Schaltungsbuch der Transistortechnik, 3. Aufl., Telekosmos-Verlag, Stuttgart, 1966

Sjobbema, D. J. W.: Kleine Transistorlehre, 6. Aufl., Deutsche Philips GmbH Verlag-Abt., Hamburg, 1968

Stern, L.: Grundlagen integrierter Schaltungen, Franzis-Verlag, 1971

Taeger, W.: Dioden-Schaltungstechnik. Verlag für Radio-Foto-Kinotechnik, Berlin-Borsigwalde, 1967

Weinheimer: Halbleiter (1970/71), ITT-Fachbuchreihe, ITT Bauelemente Gruppe Europa, Standard Elektronik Lorenz AG, Nürnberg

Weiske, W.: Die Wirkungsweise des Tyristors Siemens Aktiengesellschaft HWA G1, Verlag, Erlangen 1969

Röhren

Schwandt, J.: Röhren-Taschen-Tabelle, 12. Aufl., Franzis-Verlag, München 1971

Schaltungstechnik

Beyer, M.: Probleme beim Mehrnormen-Farbfernsehempfänger. Techn. Mitt. AEG-Telefunken 60 (1970), H. 5, S. 354–360

Ernemann, G.: Ton-Zwischenfrequenzverstärker. Telefunken-Sprecher 1969, H. 49, S. 18, 19

Hartwich, W.: Konvergenzkorrekturen bei der 110°-Lochmasken-Farbbildröhre. Philips-Kontakte 1970, H. 18, S. 54, 55

Koubek, M.: Fernsehempfänger-Schaltungstechnik Schwarzweiß und Farbe. Franzis-Verlag, München, 1970

Markus, Tuner.: (Graetz), Farbfernseh-Praktikum. Band II: Schaltungstechnik, Verlag F. W. Rubens, Unna 1967

Mayer, E.: Moderne Fernsehempfänger-Schaltungstechnik. Telekosmos-Verlag, Stuttgart

Möhring, F.: Schaltungstechnik der Schwarz-Weiß-Fernsehempfänger. C. F. Wintersche Verlagshandlung, Braunschweig, 1968

o. V.: Schaltbeispiele (100 typische Schaltungen mit Halbleiterbauelementen) Ausgabe 1967. ITT Intermetall, Halbleiterwerk der Deutsche ITT Industries GmbH, Freiburg im Breisgau

o. V.: Halbleiter-Schaltbeispiele 1970. Siemens Aktiengesellschaft, Bereich Halbleiter, München

Pollak, A. / Reichow, W.: Aktive Kissenentzerrung. Telefunken-Sprecher 1971, H. 54, S. 27–33

Pollak, A. / Röbel, H.: Konvergenz-Korrekturschaltung (radial und lateral). Telefunken-Sprecher 1971, H. 54, S. 39–45

Prestin, U.: Standardschaltungen der Rundfunk- und Fernsehtechnik, 2. Aufl., Franzis-Verlag, München, 1970

Antennen

Gründler, W.: Telekosmos-Servicebuch Antennen, Reparatur von Einzel- und Gemeinschaftsantennen für Rundfunk- und Fernsehanlagen. Telekosmos-Verlag, Stuttgart, 1967

Mende, H. G.: Fernsehantennen-Praxis. RPB 84. 10. Aufl., 1968, Praktischer Antennenbau RPB 50. 12. Aufl., 1969, Franzis-Verlag, München

o. V.: Sicherheitsbestimmungen für Antennenanlagen, Teil 1. Errichtung und Betrieb, VDE 0855, VDE-Verlag, Berlin, (Neue Auflage 1971)

o. V.: Sicherheitsbestimmungen für Antennenanlagen zum Rundfunk- und Fernsehempfang. Druckschrift DS 218 der Fa. Hirschmann 1969

o. V.: Lehrhefte des Fachverbandes „Technik der Empfangsantennen für Rundfunk und Fernsehen", Heft 1 bis 5. Geschäftsstelle des Fachverbandes, „Empfangsantennen" im ZVEI. 85 Nürnberg, Urbanstraße 40

o. V.: RGA-Richtlinien für Planung, Aufbau, Übergabe, Wartung und Betrieb von Gemeinschafts-Antennenanlagen. Geschäftsstelle des Fachverbandes „Empfangsantennen" im ZVEI. 85 Nürnberg, Urbanstraße 40

Normen:

DIN 45 005 Ton- und Fernseh-Rundfunk-Empfangs-Antennentechnik für ortsfeste Anlagen, Begriffe, Einteilung

DIN, 45 030, Bl. 2. Begriffe aus dem Gebiet der Antennen, Oktober 1969

DIN 47 260 Wellenwiderstände für Hochfrequenz-(HF)-Kabel- und Leitungen, Übersicht

DIN 47 261 HF-Bandleitungen, Wellenwiderstand 240 Ω

DIN 47 265 HF-Kabel, koaxial, bis 10 mm Innendurchmesser des Außenleiters, Wellenwiderstand 60 Ω

DIN-Blätter im Beuth-Vertrieb GmbH, Berlin W 15 und Köln

Verschiedenes

Bremsberger, M.: Elektro-Mechanik in Nachrichtentechnik und Elektronik. Karl Hanser-Verlag, München, 1970

Kaufmann, R.: Gesellen- und Meisterprüfungen im Radio- und Fernsehtechnikerhandwerk mit Auszügen aus den fachlichen Vorschriften. 2. erweiterte Auflage. Dr. Alfred Hüthig Verlag, Heidelberg, 1970

Kunath, H.: Praxis der Funk-Entstörung. Dr. Alfred Hüthig Verlag, Heidelberg, 1965

Lueger, O.: Lexikon der Technik, Bd. 13, 14: Feinwerktechnik. Deutsche Verlagsanstalt Stuttgart, 1969 und 1970

Lummer, H.: Reparaturtechnik für gedruckte Schaltungen. Franzis-Verlag, München, 1970

Mende, H. G.: Daten- und Tabellen-Sammlung für Radiopraktiker (mit Schaltzeichen für Fernmeldetechnik), RPB, Bd. 100, 3. Aufl., Franzis-Verlag, München, 1971

o. V.: Merkblatt, Schutzmaßnahmen bei Rundfunk- und Fernseh-Reparaturarbeiten sowie bei Antennenmontage. Herausgeber: Berufsgenossenschaft für den Einzelhandel, 53 Bonn 1, Niebuhrstraße 5

o. V.: Radio- und Fernsehtechniker-Handwerk, Berufsbild und fachliche Ausbildungsrichtlinien. Verlag Deutsches Elektrohandwerk, Heidelberg, 1962

o. V.: Fachliche Vorschriften für die Meisterprüfung im Radio- und Fernsehtechniker-Handwerk. Dr. A. Hüthig Verlag, Heidelberg, 1969

o. V.: Unfälle bei Reparaturarbeiten von Rundfunk- und Fernsehgeräten, Unfälle bei Antennenbauarbeiten, Unfallschutz im Einzelhandel, Mitteilungsblatt der Berufsgenossenschaft für den Einzelhandel, Jg. 3 (1966) H. 1, S. 5 und 6

Tuner, Markus (Graetz): gehäuse-praktikum Verlag F. W. Rubens, 1965

Sachverzeichnis

A
Abgeschirmtes symmetrisches Kabel 578, 580
Abgleich, dynamischer 169, 287, 342, 530
–, Fehl- 351, 509, 540
–, Lamellen- 333
–, Neu- 285, 509, 531
–, statischer 169, 288, 294, 341, 351
–, Trimmer- 314
–, Unbunt- 509
– des Burstverstärkers 533
– des Farbartsignalverstärkers 532
– der Farbart-Synchrondemodulatoren 533
– des Laufzeitdemodulators 532
– des Oszillators 315
– des Referenzträgeroszillators 533
– des Tonkanals 350, 530
– des Ton-Zf-Verstärkers 351, 530
– des UHF-Röhrentuners 331
– des UHF-Transistor-Tuners 331
– des UHF-Tuners 329
– des VHF-Tuners 315
– des (VHF-)Variometer-Tuners 315
– des Zf-Verstärkers 341, 529
– der 5,5-MHz-Sperre 531
Abgleicharbeiten am Farbfernsehempfänger 528
Abgleichbesteck 99
Abgleichdeckel für Tuner 333
Abgleichfehler 216
Abgleichkerne 295, 314, 341, 343
Abgleichorgane 295, 334
Abgleichtrimmer 331
Abgleichwerkzeuge 97
Abisolierzange 98
Abklopfhammer 97, 250
Ablenkeinheit 451, 461
Ablenkempfindlichkeit 126, 148
Ablenkfaktor 126
Ablenkfeld 148
– Horizontal- 459
Ablenkjoch 451, 519
Ablenkkoeffizient 126
Ablenkleistung 451, 456
Ablenkmittelpunkt 461
Ablenkplatten 126, 148, 164
Ablenkstrom
–, Horizontal- 463, 464
–, Vertikal- 463
Ablenkteil 124, 362
Ablenkwinkel bei Bildröhren 420, 594, 595
Ablenkung 148
–, Horizontal- 148, 440
–, Vertikal- 148, 440
–, Zeit- 177
Abschattierung 65
Abschirmhaube der Farbbildröhre 455
Abschwächer 127, 177
Abstimmanzeige 78
Abstimmautomatik 78
– bei UHF 324
– bei VHF 302
Abstimm(Kapazitätsvariations-)dioden 39, 325
Abstimmspannung 302
Abstimmung, elektronische 301, 302, 325
–, Fein- 37, 38, 302, 324
–, Induktivitäts- 320
–, Kanal- 40 ff.
–, Permeabilitäts- 300
ACC = automatic chroma controll 411
Adapter für Bildröhren 252
Addierstufe 429
Additive Farbmischung 425
Akustische Prüfung 191
Allbereichsverstärker 583
Alternierender Burst 437
Amplitude, Bild- 73
–, Zeilen- 74
Amplitudenbewertung 431
Amplitudenfehler 49
AM-Störinverter 401
AM-Unterdrückung 374, 352
Analyse der Fehlererscheinungen 194
Anheizvorgang 190
Anodenrestspannung 275
–, Messung 275
Anpassungs- und Symmetrierglied 288
Anschlußkabel für Empfänger 34
Ansteuerung, Bildröhren- 440
–, Farbdifferenzsignal (FD-)- 439, 447, 469
–, RGB- 439, 468
Anstiegszeit 124
Antennen, Außen- 570
–, Bereichs- 570
–, Breitband- 571
–, Dach- 571
–, Einbau- 33
–, Empfangs- 563
–, Fenster- 570, 576
–, Höchstleistungs- 572
–, Kanal- 570
–, Kanalgruppen- 570, 573
–, Kombinations- 570, 572
–, Mehrbereich- 570
–, UHF- 574
–, UHF-Fenster- 570
–, UHF-Yagi- 574
–, Zimmer- 568
–, Zwei-Ebenen- 567
–, Zwillings- 567
Antennen, Mindestabstände von 575, 576
–, Mindestspannungen 565
–, Montage 573
Antennenabstand 575
Antennenanschlüsse 33, 95
Antennenausrichtung 573, 577
Antennenelement 564
Antennenfehler 584
Antennengewinn 564
Antennen-Horizontal-Diagramm 577
Antennenimpedanz 320
Antennenmast (-standrohr) 573, 574
Antennen-Meßempfänger 137
Antennenmontage 573
–, Hilfsgeräte für 136
Antennen-Niederführung 564, 578
Antennen-Öffnungswinkel 566
Antennenprobe 181
Antennenspannung 565

Antennentestgerät 136
Antennenverstärker 565, 583
Antennenverteiler 95
Antennenweiche 581
Anzeigefehler 118, 141
Arbeitsplatz 81
Arbeitsplatzbeleuchtung 85
Arbeitstische 81
Asymmetrisches Gehäuse 16
Aufbau eines Fernsehempfängers, schematischer 195
Aufblaskappe (Aufblashaube) 288, 341
Aufhängerechen 83
Auflösung, Bild- 46, 77, 223
Augenempfindlichkeitskurve 427
Ausbau der Bildröhre 375
– des Chassis 367
Auslöteinsätze 386
Außenantenne 570
Außendienst 188
Austastlücke 50
Austastpegel 50, 267
Austastung, Rücklauf- 131
Austauschröhren 252
Automatiken im Fernsehgerät 21, 38, 78, 211, 302, 324
Automatische Feinabstimmung 38, 302, 324
AVC-Kurve 349, 354

B

Ballaströhre(-triode) 471, 472, 473
Bandbreite 124
Bandfilter 302, 311, 314, 316, 320, 322, 324, 326
Bandleitung 34, 578
–, Dämpfungswerte 579
Barkhausen-Kurz-Schwingungen 231, 251, 275
Bauelemente, diskrete 421
BAS 132
Bauchtanz 233, 255
Bedienung, Fern- 35
– von SW-Fernsehgeräten 35
– von Farbfernsehgeräten 425
Begrenzerdiode 256
Begrenzerverstärker 355
Bereichsantenne 570
Bereichswahl 40
Berührungsschutz 27
Beschleunigungselektrode 254
Betrachtungsabstände 29, 421
Betrachtungswinkel 29
Betriebssicherheit 23
Betriebsspannung der Bildröhre 207, 254
Bild, Brummen 229
Bild, Fahnen 221
Bildamplitude 73
Bildauflösung 46, 77, 223, 276
Bildbreite 74, 516
Bilddrehung 66, 516
Bild-(Nyquist-)flanke 339
Bildformat 454
Bildfrequenzeinsteller 39
Bildgeometrie 516
Bildgröße 15
Bildhöhe 73, 516
Bildjustierung 182
Bildlinearität 74
Bildmuster 182
Bildrauschen 209, 217
Bildröhre 15
–, Adapter 252
–, Ansteuerung 440, 468
–, Aus- und Einbau 375
–, Behandlung 372
–, Betriebsspannungen 207, 254
–, Farb- 450 ff., 596, 597
–, Grauglasboden 25
–, Größe 15
–, implosionssichere 25, 26, 111, 372
–, Messungen 253
–, Reinigung 374
–, Schutzmittel 108
–, Schutzscheibe 24, 374
Bildröhre, Sockelschaltungen 596, 597
–, Strahlstrom 254
–, Umgang 225, 372
Bildröhrenadapter 252
Bildröhrenbehandlung 372
Bildröhrenfassung 207
Bildröhrenmaske 20, 374
Bildröhrenprüfgeräte 135
Bildschärfe 46, 71, 76, 517
Bildschirm, farbunreiner 518
Bildschirmlupe 511, 513
Bildseitenverhältnis 75
Bildsynchronisierung 71
Bild-/Tonträgerabstand 180
Bild- und Ton-Zf-Demodulator 475
Bildträger 317, 339
Bildträgerflanke (Nyquistflanke) 172, 302, 339
Bildüberschreibung 75
Bildverschiebung 68
Bildverzeichnung 69, 517
Bildzentriermagnet 458
Bildzentrierung 516
Bild-Zf-Verstärker 336
Blau-Differenzsignal 429
Blaukanone 457
Blaukonvergenz 497
– schaltung 497
– spule 497
Blaulateralmagnet 451, 458
Blauschiebemagnet 451, 457
Blitzschutz 576
Bonded-shield-Bildröhre 25
Boosterdiode 260, 272
Boosterspannung 74, 76, 205
Breitbandantenne 476
Breitband-Eingangsübertrager 301
Brückenfilter 328
Brummen (Brummstreifen) im Bild 183, 229
–, Intercarrier- 181, 236, 346
–, Netz- 212, 238
Brummgeräusche 236
Brummschleife 291
Brummspannung 157
Burst 433, 438, 442, 445
–, alternierender 437
Burstphase 489
Burstverstärker 445, 533, 542
–, Abgleich- 533
–, Fehler am 542

C

Cascode-Schaltung (siehe Kaskoden-Schaltung)
CCIR 397
CCIR-Gerber-Norm 398
Charakteristischer Widerstand 118, 141
Chassis 357
–, Aus- und Einbau 367
–, bestücktes 358
–, Drehflügel- 361
–, Einplatinen- 359, 362
–, Farbfernseh- 364
–, Grund- 359, 365
–, Haupt- 358, 360
–, Horizontal- 362, 368
–, Kipp- 404
–, Klapp- 404
–, Rückwand- 360
–, Teil- 367
–, Vertikal- 358, 360, 362
Chassisgruppe 358
Chemikalien 111
Coder 433
Colorkiller, autom. Farbabschalter 449
Cornehl-Kunststoffhaube 26

D

Dachantenne 571
Dachschräge 125
Dämpfungsglieder 192
Dämpfungswerte für Bandleitungen 579
– für Koaxialkabel 579
– für Schaumstoffleitungen (Schlauchleitungen) 579

Deckungsfehler 459
–, dynamische 459
Decodierung 437
Dematrix 446
Dematrizierung 437
Demodulationsachsen 509
Demodulator
–, Bild- und Ton-Zf- 475
–, Farb- und Ton- 476
–, Laufzeit- 442, 443, 478, 480, 481
–, Synchron- 444, 481, 482, 483
–, Ton-Zf- 476
Demodulator-Meßkopf 128
Detektor, Produkt- 357
–, Ratio- 237, 346
Dezibelmessungen 146
Dezibeltabelle 590
Dichroitische Spiegel 426
Differenzfrequenz (Df) 402
Differenzierentzerrer 223
Digitalvoltmeter 122
Dioden, allgemein 256
–, Booster- 260
–, Germanium- 255
–, Gleichrichter- 259
–, Halbleiter- 257, 259
–, Kapazitäts-(Variations-) 256, 257
–, Schalt- 306, 327
–, Selen- 255
–, Signal- 259
–, Silizium- 260, 321
Diodenlastwiderstand 329
Diodentastkopf 128, 289, 334
Dioden-Terzett 306
Dipol, Halbwellen- 563
–, Schleifen- 569
Dipollänge 563
Diskriminatorkurve 349
Doppelte Zeilen 240
Doppelüberlagerung 403
Dreipunktschaltung 322
Dunkelwiderstand 250
Duodecalsockel 203, 207, 253, 594, 596
Duplexbetrieb 327
Duplex-Umschalttaste 327, 417
Durchlaßkurve 169, 171, 173, 175, 310, 315, 529
–, asymmetrische 169
–, Bild-Zf-Verstärker (SW-Empfänger) 338, 339, 343, 345
–, Bild-Zf-Verstärker (Farb-Empfänger) 441, 529
–, Farbartsignalverstärker 442
–, Hf- 308, 310, 312, 315
–, Hf/Zf- 329, 345
–, symmetrische 169
Durchlaßkurve, Ton-Zf- 350
–, UHF-Tuner- 329
Durchlaßwiderstand 261
Durchplattierung 359
Durchsteckröhren 20, 454, 595, 597
Dynamischer Abgleich 169, 287, 342, 530

E
EBU (European Broadcasting Union) 134
Eckenfehler 463
Eckenkonvergenz 463
Effektivspannung 161
Eichspannung 126, 161
Einbauantenne 33
Einbau der Bildröhre 375
– des Chassis 367
Eingangsimpedanz 121, 127
Eingangsübertrager 301
Einkreisung von Fehlerquellen 194
Einschaltzeit 424
Ein-Transformatorenkonzept
– mit Ballasttriode 471
– mit Schieberöhre 472
– mit Spannungsvervielfachung 473
Elektrode, Beschleunigungs- 254
–, Fokussierungs- 255
Elektrodenanschlüsse der Bildröhre 596, 597
Elektrodenschluß
– der Bildröhre 216, 246
Elektrodenschlüsse, zeitweilige 275
Elektronenoptik 163
Elektronenstrahlröhre 123
Elektronische Voltmeter 121
Elektronischer Schalter 130
Elektronische Testbilder 49, 52, 53
Empfänger, Hybrid- 421
–, Intercarrier- 345, 401
–, Mehrnormen- 397
–, Parallelton- 402
Empfänger-Anschlußkabel 34
Empfängerform 16
Empfängerweiche 581, 584
Empfangsantennen, Grundsätzliches 563
Empfangseinflüsse 491
Empfangspegel 137
Empfindlichkeit des Empfängers 181
Entfeuchter 114
Entkoppelglied für Abgleich 5,5-MHz-Falle 531
Entlötgeräte 97, 384
Entlötkolben 384
Entlötpistole 385
Entmagnetisierkreisel 513
Entmagnetisier(ungs)spule 103, 512
Entmagnetisierung, der Bildröhre 502
– von Werkzeugen 102
Entstörungsmaßnahmen 412
Entzerrer, Differenzier- 223
Entzerrerschaltung 278
Entzerrung, Kissen- 464
Erder 576
Erdfeld 422
Erdung von Meßgeräten 152
Erdungsleitung 575
Erdungsschiene 85
Ersatzgerät 15
Ersatzteile 370
–, Standard- 370
Europa-(Euro-)maske 452

F
Fahnen im Bild 221
Fallen (Traps) 337, 344
–, Farbträger- 181, 477
Farbabschalter 184, 440, 477, 505
Farbart 427
Farbartbalance 533
Farbartsignal (F) 431, 435
Farbartsignal(Chrominanz-)verstärker 438, 441, 532
Farbart-Synchrondemodulator 444, 481
–, Abgleich 533
Farbauszüge 426
Farbbalken 510
Farbbalkenbild 426, 541
–, fehlerhaftes 551 ff., 557
Farbbalkenfolge 508
Farbbalkensignal 133, 168, 435, 444
–, Zusammensetzung 435
Farbbildröhre 420, 448, 451
Farbbildsignal, Linienspektrum 431
Farbblende 423
Farbcode für Kondensatoren 598
– für Widerstände 598
Farbdifferenz-Endstufen 469
Farbdifferenz-(FD-)Konzept 469
Farbdifferenzsignal 133, 168, 429, 431
–, Ansteuerung 439, 447, 469
Farbdreieck 428
Farbe, Grund- 133
–, Komplementär- 133
–, Pastell- 428

Farbe, Primär- 133, 426
– im Schwarzweißbild 561
Farbebene 133
Farbeinsteller 528
Farbempfindlichkeit 428
Farbdifferenzsignale 429, 431
Farbdreieck 428
Farbfernseher, Fehlersuche 534 ff.
Farbfernsehkamera 425, 426
Farbfernsehsender, Blockschema 434
Farbfernsehsignal 133
Farbgenerator 132, 511, 529
Farbkiller 591
Farbkontrasteinsteller 441
Farbkreis 426, 432
Farblichtstrahlung 425
Farbmischung, additive 425
Farbpunkt 182
Farbreinheit 134, 182, 458, 507, 510, 515, 518
–, Einstellung 515, 518 ff.
Farbreinheitsmagnet 451, 457, 458, 519
Farbsättigung 423, 424, 427, 428, 535, 541
Farbsättigungseinsteller 423, 507, 508
Farbsignal-Endstufen 447
Farbsignal-Generator 132, 180
Farbsignalverstärker 442
Farbsynchronimpuls, -signal (Burst) 438, 442, 445
Farbtestbild 45, 505
Farbton 428
Farb/Ton-Demodulator 476
Farbtoneinsteller(-regler) 423, 509
Farbträger 124, 430, 441, 529
Farbträgerfalle(-sperre) 477, 508, 554
Farbträgerfrequenz 309, 430, 431
Farbtripel 448, 449, 456
Farbwertsignal 447
Farbzeiger 133
FBAS 132, 434, 436, 440
FDS-Ansteuerung 469
Fehlabgleich 509
Fehlanpassung 585, 587
Fehler an Antennen 584
– im Farbartschalter 560
– im Farbartverstärker 540
– an der Farbkontrastautomatik 560
– an Fotowiderständen 249
– an Gehäusen 391
– an Heißleitern 248
– an Kondensatoren 246
– am PAL-Schalter 558
Fehler an ohmschen Widerständen 246
– am Ratiodetektor 237
– an Röhren 246, 250
– an Transistoren 246
– an VDR-Widerständen 247
– im Videoverstärker 216, 276
– am Zeilenablenkteil 271
Fehler, Abgleich- 216
–, Anzeige- 118, 141
–, Deckungs- 459
–, Kissen- 459
–, Konvergenz- 424, 455, 456, 460, 523, 546
–, Landungs- 462
–, Laufzeit- 509, 560
–, Trapez- 459
Fehler und Messungen am Zeilenablenkteil 271
Fehlerbestimmung nach Fehlerhäufigkeit 18, 245
Fehlereinkreisung 194
Fehlererscheinungen, Analyse 194
–, Vorprüfung zur Ermittlung 189
Fehlerhäufigkeit, Fehlerbestimmung 245
Fehlerortung 198
–, Beispiele 278
Fehlerquellen, Einkreisung 194
Fehlersuche, Grundschema
–, Schwarzweißempfänger 196
–, Farbfernsehempfänger 536
–, Tips 244
Fehlertabelle
– für Farbfernsehgeräte 537
– für Schwarzweißempfänger 198
– für Mehrnormen-Fernsehempfänger 404
Fehlmessungen 140
Feinabstimmung des Oszillators 37, 38, 302, 324
–, automatische 38, 302, 324
–, elektronische 78, 324, 331
–, gespeicherte 303
–, magnetische 322
–, mechanische 331
Feinlötkolben 97
Feldeffekttransistor 256
Fensterantennen 570, 576
Fernbedienung 38, 424
Fernsehbild, Phasenfehler 48, 52
–, verrauschtes 585
Fernsehbrille 29
Fernsehempfang bei ungewöhnl. Versorgungsspannung 405
Fernsehempfänger
–, Automatiken 21
–, Bedienung 35
Fernsehempfänger, Justierung 57
–, Leistungsaufnahme 244
–, Mehrnormen- 397
–, schematischer Aufbau
Fernsehleuchte 32
Fernseh-Meßempfänger 137
Fernsehnormen 399
Fernseh-Service-Oszillograf 123
Fernsehsignal 132, 205, 437
– bei Negativmodulation 400
– bei Positivmodulation 400
– mit negativer Synchronisationsrichtung 184
– mit positiver Synchronisationsrichtung 184
Fernsehsignal-Generator 62, 117
Fernsehübertragungskanäle 309
Fernspeisung von Antennenverstärkern 584
Ferroxdure-Ringe 71
Fette und Öle 115
Filter, Band- 311, 332
–, Brücken- 328, 329
–, Durchführungs- 322
–, Gold- 25
–, Kontrast- 25
–, optische 25
–, Selektiv- 25
Flachkabel 578
Fleckhelligkeit 159
Flip-Flop 446, 544
–, Fehler am- 544, 558
Flußmittel 115, 381
FM-Demodulator 355, 530
Fokussiermagnete 71
Fokussierung 148
–, magnetische- 71
–, statische 148
Fokussierungselektrode 255
Fotowiderstände 249
Fremdlicht 24
Fremdspannung 129
Frequenz, Grenz- 169
–, Horizontal- 128
–, Kipp- 128, 150, 160
–, Meß- 156
–, Mitten- 169, 309
–, Oszillator- 317
–, Vertikal- 128
–, Zwischen- 296
Frequenzabgleich des Vertikal-Steuergenerators 72
Frequenzbandbreite verschiedener Antennen 570
Frequenzbestimmung
– mit Lissajousfiguren 167
Frequenzdrift 403
Frequenz-(Wobbel-)hub 131, 174, 177

Frequenzkontrolle des Oszillators 312
Frequenzmarkengeber 131, 174, 287, 309
Frequenzmodulation (Wobbelung) 176
Frequenzsperren (Fallen, Traps) 337, 344
Frequenzumsetzer 296, 417
Frequenzumsetzung 296
Frequenzwanderung (Frequenzdrift) 403
Frontbedienung 15
Frontplatte, Bildröhren- 26
FTZ-Prüfnummern 412
FuBK-Testbild 505
Funkstörspannungsgrenzwerte 409
Funkstörungen durch Fernsehgeräte 406
Funktionsprüfung am Oszillator 312
Furnierdruck (auf Gehäuse) 12

G
Gastpips (Fremdmarken) 287
Gedruckte Leiterplatten 359
Gedruckte Schaltungen 386
Gehäuseoberflächen 17, 18
–, Fehlerbeseitigung 391
Gehäusetiefe 421
Geister 49, 52, 586
–, Vor- 586
Generator
–, Farbsignal- 132, 180
–, Fernsehsignal- 310
–, Horizontal-Steuer- 71
–, Vertikal-Steuer- 72
Geräteform 15, 421
Gerätewagen 90, 91, 93, 94
Germaniumdiode 348
Germaniumtransistoren 266
Gesamtdurchlaßkurve 329, 345, 530
Gesichtsschutzschilde 108
Gespeicherte Feinabstimmung 303
Gewinde-(Schraub-)kern 78, 314, 341
Gewinn, Antennen- 571
Gittermatte 105
Gittervorspannungsgerät 331
Gleichrichter
–, Hochspannungs- 260
–, Selen- 260
–, Signal- 260
–, Silizium- 257, 260, 498
–, Video- 346
Gleichspannungsnetze 406
Gleichspannungsverstärker 126, 157
Gleichstrommessungen 143, 146
Glimmstabilisator 500
Gradationsbalken 46, 52
Gradationsstreifen 50
Gradationsverzerrungen 50, 53
Graubalance 132
Graueinstellung 527
Grauglasboden der Bildröhre 25
Grauskalen 46
Graustufen 132, 507, 528
Grautreppe 50, 52, 507, 510, 549, 553
Grenzempfindlichkeit eines Fernsehempfängers 181
Grenzwerte, Funkstörspannungs- 409
Grid-dip-meter 135
Grobschutz-Funkenstrecke 577
Grundchassis 359
Grundfarben 132
Gründifferenzsignal 447
Grünkanone 457
Grundschema des Fernsehempfängers 195, 196
– für die Fehlersuche 196
Güteklassen von Meßgeräten 141

H
Halbleiter
–, Auswechseln 258
–, Bezeichnungssysteme 257
–, Hersteller 258
–, Werkstoffe 260
Halbleiterdioden 256, 260
–, Arten und Prüfungen 259
Halbwellendipol 563
Halbzeilen-Offset 431
Hauptzipfel, Antenne
Heißleiter 248
Heizfadenanschlüsse 203
Heizfadenbruch 204
Heizkette 201
Heiz(strom)kreis 200, 244
Hellempfindlichkeitskurve 428
Helligkeit 153
Helligkeitsbalken 133
Helligkeitseinsteller 36
Helligkeitsmarken 165
Helligkeitsmodulation des Oszillografen 129, 165
Helligkeitssprung 49
Helligkeitssteuerung 129
Herstelleranschriften 600
Hf-Durchlaßkurve 308
Hf-Tastkopf(-Meßkopf) 509, 529
Hf-Zf-Gesamtkurve 345
Hochspannung 28
Hochspannungserzeugung 471
Hochspannungskaskade 474
Hochspannungsmessungen 121, 142, 145, 255
Hochspannungsstabilisierung, mit Balaströhre 472
Hochspannungs-Tastkopf (-Meßkopf) 122
Hochspannungsvorwiderstand 504
Hochvolt-Netzteil 498
Höhen- und Tiefeneinsteller 38
Horizontalchassis 362, 368
Horizontal-Diagramm, Antennen- 567, 577
Horizontal-Endstufe 471
Horizontalfrequenz 128, 267
Horizontalkonvergenz
–, dynamische 456, 496
Horizontal-Steuergenerator 71, 282
Horizontal-(Zeilen-)synchronisierung 71, 226, 516
Horizontalverstärker (Zeitplatten-) 128
Horizontale Linearität 75
Hybridempfänger 420

I
Implosionsgefahr 24, 108
Implosionsschutz 24, 26
Impuls, Nadel- 49
–, Rechteck- 125
–, Synchron- 129
–, Zeilenrücklauf- 307, 318
–, Zeilensynchronisier- 283
Impulsbilder, Auswertung 266
Impulsformen 158, 267
Impulshöhe 237
Impulspläne 158
Impulsspannung 147
Impulsverformungen 125, 267
Induktivitätsabstimmung 321
Instandsetzungsarbeiten 357
Institut für Rundfunktechnik 52
Instrumentenwiderstand 118, 140
Integrationsmöglichkeiten 501
Integrierte Schaltung 255, 256, 346, 372
Intercarrier-Brummen 181, 236, 346
–, Empfänger 401
–, Prinzip 345
Interferenzmethode 311
Internationale Normreihen 593
Internationaler Farb-Code 598

Ionenfallenmagnet 62
IRT 52
Isoliermittel 114
Isoliertransformator 87

J
Justieren 58, 59
Justiermöglichkeiten 58
Justiermikroskop 182, 511, 513, 521
Justierorgane 58
Justier(Service-)spiegel 62, 83, 511
Justierungen an einer Farbbildröhre 514
–, elektrische 71
–, mechanische 62

K
Kabel, abgeschirmtes symmetrisches 579, 580
Kabel, asymmetrisches 472
–, Dämpfung 565
–, Dämpfungswerte des Koaxial- 579
–, Flach- 578
–, Koaxial- 578, 580
–, Schaumstoff- 581
Kältemittel 114
Kälteschock 193
Kamerasignale 435
Kanäle, UHF- 351
Kanalabstimmung 39, 40, 41
Kanalgruppenantennen 570, 573
Kanalverstärker 583
Kanalwähler (siehe Tuner)
Kapazitäts (Variations-)dioden 39, 177, 256, 260, 306
Kaskodenschaltung 296, 301
Katodenbasis-(KB-)Stufe 302
Katodenfolger 484
Keilraster 46
Keramikwandler 443
Kippfrequenz 128, 150, 160
Kippspannung 129, 150
Kippteil 269
–, Fehler im 184
Kissenentzerrung 464
–, Nord/Süd- 466, 467
–, Ost/West- 466, 467
Kissenentzerrungsmagnete 64, 69, 234
Kissenfehler 459
Kissenverzeichnung 69, 455
Kissenverzerrung 62, 69
Klangeinsteller 23
Klarzeichner 39
Klebemittel 112
Kleinschraubstock 98
Kleinstfernseher 24
Klemmschaltung 447, 470
Klemmung 470
Koaxialkabel 578, 580
–, Dämpfungswerte 579
Kolophoniumlötdraht 115
Kombinationsantennen 570, 572
Kombinationstuner 296
Kompaktbedienung 16
Kompatibilität 429
Komplementärfarben 133
Kondensator
–, Entladungs- 28
–, Farbcode
–, Fehler 246
–, Tauch- 176
Konfettieffekt 440
Kontaktfett 115
Kontaktschutzmittel 114
Kontrastfilter 25
Kontrast-Einstellbereich 79
Kontrasteinsteller 36
Konvergenz 132, 182, 450, 456
–, Blau- 497
–, dynamische 456, 525
–, dynamische Horizontal- 496, 547
–, dynamische Vertikal- 494, 547
–, Ecken- 463
–, statische 456, 489, 510, 523, 547
Konvergenzebene 458
Konvergenzeinheit 450, 457, 461
Konvergenzfehler 424, 455, 456, 460, 523
–, dynamische 458, 547
–, statische 456, 547
Konvergenzkorrektur 461, 522
–, dynamische 525
–, statische 523, 524
– bei 110°-Farbbildröhren 527
Konvergenzpläne 525
Konvergenzplatte 365, 369
Konvergenzsegmente 456
Konvergenzsystem 440, 450, 456, 457
Konvergenzschaltung 489, 491
–, horizontal-dynamische 491
–, statische 491
–, vertikal-dynamische 491
Konverter, UHF- 416
Korrekturbereiche 461
Korrekturstrom 460
Kreuzlinienraster 526
Kundendienst, Voraussetzungen für einen wirtschaftlichen 187
Kunststoffgehäuse 16
Kunststoffmaske 20

L
Lackapotheke 392
Lackschäden 393
Ladekondensator 157
Lamellenabgleich 33
Landung des Elektronenstrahls 461, 521
– des Strahlbündels 462
Landungsfehler 462
Laufzeitdemodulator 157, 442, 478
–, Zeigerdiagramm 443
Laufzeitfehler 509
Lautstärkeeinsteller 38
Leistungsaufnahme eines Fernsehgerätes 244
Leiterplatten 390
Leitlack 414
Leitungen, Band- 578
–, geschirmte 578
–, Hf- 578
–, Schaumstoff- 580
–, Schlauch- 578, 580
–, ungeschirmte 578
Leitungsresonatoren 321
Leuchtbrille 189
Leuchtdichte 427, 428
Leuchtdichte-(Y-)Information 430
Leuchtdichte-(Y-)signal 133, 429, 431, 435
Leuchtdichteverstärker 441
Leuchtfleck 165
Leuchtlupe 86
Leuchtphosphore 430
Leuchtstoffpunkte 448
–, Verschiebung 520
Leuchtstrich 162, 164
Linearität, Bild- 74
–, horizontale 75
–, Rand- 74
–, vertikale 74, 240, 241
–, Zeilen- 75, 82, 256
Linearitätsfehler 52
Linienraster 132
Linienspektrum 430
Lissajous-Figur 156, 166, 167
Lochmaske 448
Lochmaskenröhre 132, 448, 450
Lösungs- und Verdünnungsmittel 113
Lötbad 378
Löten 376
Lötfläche 376
Lötgriffel 97
Lötkolben 376
Lötkolbenablage 84, 379
Lötpistole 97, 380
Lötspitze 376
Lötstift 378
Lötvorgang 382

Löt-Universalbesteck 417
Lot 318
Lupe, Bildschirm- 511

M
Magazine 103
Magnastat-Lötkolben 378
Magnet, Blaulateral-(Blauschiebemagnet) 451
–, Farbreinheits- 451
–, Fokussier- 71, 451
–, Ionenfallen- 62 ff.
–, Kissenentzerrungs- 64, 69, 234
–, Ring- 71
–, Zentrier- 68
Magnetclip, Zf- 289
Magnetische Fokussierung 71
Magnetvariometer 322
Markengeber 131, 174, 176, 287, 310
Masseschluß 548
Materialkästchen, Standard- 103
Matrix 429
– Y- 433
Maximalspannung 161
Mehrbereichsantennen 570
Mehrbereichtuner 300, 323, 327
Mehrfachsteckdose 33
Mehrnormen-Fernsehempfänger 397
Mehrwegeempfang (durch Reflexionen) 510
Memomatic-Einstellmechanik 303
Meßbecher 288
Meßempfänger, Fernseh- 137, 572
Meßfehler 141, 163
Meßfrequenz 120, 143
Meßgeräte, Güteklassen 141
Meßgerätewagen 90, 92, 93
Meßinstrument, Vielfach- 117, 139
Meßkabel 178
Meßkopf, Hochspannungs- 122
Meßleitungen 154
Meßpunkte 359
Meßverstärker 124
Meßwagen 90
Meß- und Prüfgeräte 117
Messungen an der Bildröhre 253
– am Netzgleichrichter-Ausgang 157
– am Zeilenablenkteil 271
– mit dem elektronischen Voltmeter 144
–, Boosterspannungs- 205
–, Dezibel- 142, 144, 146
Messungen, Fehl- 140
–, Gleichspannungs- 142, 144
–, Gleichstrom- 143, 146
–, Hochspannungs- 121, 142, 145, 255
–, Phasenwinkel- 165
–, Relativ- 142
–, Spannungs- und Strommessungen mit Vielfach-Meßinstrumenten 139
–, Strom- 143, 163
–, Vergleichsspannungs- 162
–, Wechselspannungs- 143, 145
–, Widerstands- 146
Meßwagen 89
Mindestspannungen am Empfängereingang 564
Mischdiode 320, 322
Mischfarbe 425
Mischkammer 322
Mischspannung 157
Mischstufe, UHF-
–, VHF- 296
Mischtransistor 306, 308
Mittenfrequenz 169, 309
Mittenschärfe 70
M-Leitung 479
MM-Einstellmechanik 303
Modulation, Frequenz- 176
–, Helligkeits- 165
–, Negativ- 400
–, Positiv- 400
–, Quadratur- 433
Modulationsrichtung 400
Moiré 181, 218, 221, 310, 347, 408, 517, 555, 587, 588
–, Farb- 589
Multivibrator 446
M-Röhre 25

N
Nachbar-Bildträger 337
Nachbar-Tonträger 337, 343
Nachbeschleunigungselektrode 123
Nachstimmautomatik 211
Nachstimmdiode 211, 331
Nachstimmöglichkeiten 286
Nadelimpulse 49, 52
Negativ-Modulation 400
Netzanschluß 33
Netzbrummen 212, 238
Netzentstörung 414
Netzstecker 33
Netzteil, elektronisch stabilisierter 499
–, Hochvolt- 498
Netz-Synchronisation 129
Netz-Unter- und Überspannungen 445, 515
Neutralisationskondensator 305
Neutroden-Eingang 304
Nf-Marken 310
Nf-Röhren-Sockelschaltungen 213
Nf-Verstärker 213, 241
–, Fehler 239
Nichtsinusförmige Spannung 163
Nitrooberflächen, Ausbesserung 393
Nord/Süd-Entzerrungsstrom 467, 468
Nord/Süd-Korrektur 465
Norm, CCIR-Gerber- 398
–, Französische 398, 400
–, OIRT- 399
Normreihen, internationale 593
Notausschaltung 86
NTC-Widerstände 249, 285
NTSC-System 436
Nullpunkt-Einstellung 144
Nutzlicht der Bildröhre 24
Nyquistflanke 172, 302, 324, 339
Nyquistpunkt 344, 383

O
Oberflächenbehandlung, Mittel dazu 116
Öffnungswinkel, Antennen- 565, 566
Offset, Halbzeilen- 431
–, Viertelzeilen- 431
OIRT-System 399
Oszillator drift 303
–, Frequenz 317, 408
–, Feinabstimmung 77, 302, 324, 345
–, Frequenzkontrolle 312
–, Funktionsprüfung 312
–, Nachstimmung 77, 312
–, Referenzträger- 438, 443, 445, 485
–, Sinus- 282
–, Störstrahlung 414
Oszillografen 147
–, Aufbau und Wirkungsweise 147
–, Frequenzbestimmung 167
–, Helligkeitsmodulation 165
–, Inbetriebnahme 152
–, Phasengang 124
–, Phasenwinkelmessungen 165
–, Spannungsmessungen 160
–, Triggerung 155
–, Zeitdehnung 156
–, Zusatzverstärker für 290
Oszillografieren 147
Oszillogramm 50, 149

P
PAL 434
PAL-Decoder 134
PAL-Empfänger 438
PAL-Laufzeitdemodulator 442, 443, 478, 480, 481
PAL-Identifikation 437, 446, 486, 487, 534
PAL-(Um)schalter 434, 437, 446, 482, 486, 488, 508, 544
PAL-Verfahren (-System) 419, 436
PAL-Verzögerungsleitung 509
Palousie-Effekt 185, 508
Parabelstrom 494
Paralleltonempfänger 402
Partialschwingungen 233
Pausenbilder 57
Pegel 591
–, Austast- 50, 267
–, Schwarz- 50
–, Synchron- 267
–, Weiß- 46, 267
Pegel-Spannungs-Nomogramm 590
Permeabilitätsabstimmung 300
Phasenanschnittssteuerung 501
Phasenbalken 133
Phasendiskriminator 487
Phasenfehler im Fernsehbild 48
Phasengang des Oszillografen 124
Phasenspalter 483
Phasenumschaltung, zeilenweise 481
Phasenvergleich 282, 306
Phasenverschiebung 173
Phasenwinkel 165
Pips 131, 175, 287, 294, 315, 350
Plastik 223
Polumschalter 144
Polyestermantel 26
Polyester-Oberflächen, Ausbesserung 393
Portables 23
Positiv-Modulation 400
Postalische Vorschriften 411
Potentiometerleiste 369
Primärfarben 133, 425
Primärstrahler 425
Produktdetektor 357
Programmspeicherung 22
Programmwählautomatik 297
Programmwähler 39
Programmwahltaste 40, 43
P-Röhre 26
Prüfgeräte, Bildröhren- 135
–, zusätzliche 511
Prüflautsprecher 86
Prüf- und Meßgeräte 117
Prüfnummern, FTZ- 412
Prüfröhren 107
Prüfröhrenschrank 108
Prüfung von Halbleitern 255
PTC-Widerstand 502
Pumpschaltung 472
Push-trough 20, 27

Q
Quadraturmodulation 433

R
Randlinearität 74
Raster 197, 209
Ratiodetektor 237, 346
Ratiofilter 351
Raumbeleuchtung 29, 30, 422
Raumlichtautomatik 250
Rauschen 209, 217, 585
–, farbiges 585
Rauschmaß 566
Rauschspannung 566
Rauschverhalten 318
Rauschzahl 318
Reaktanzröhre 177, 485
Reaktanzstufe 485
Rechteckimpuls(-schwingung) 125, 267
Referenzträger 433
Referenzträgeroszillator 445, 485
–, Abgleich 533
Reflexionen 49
Regelspannungen 226, 291
Regelspannungsverlauf 208, 209
Regelspannungsverzögerung 80, 217
Regel-Trenntransformator 84, 92, 109, 111, 153, 290, 519
Regenbogengenerator 185
Regenbogensignal 134
Reinigungsmittel 113
Reinigung von Bildröhren 374
Relativmessungen 142
Reparaturpraxis 187
Resonanzkreis 318
Resonanzkurven, Darstellung 165
RGB-Ansteuerung 469
Richtcharakteristik 567
RMA-Testbild 45
Röhrenfehler 190, 214, 228, 250
Röhren, Austausch- 252
–, Bild- 15, 594, 595, 596, 597
–, Ersatz- 251
–, Farbbild- 420, 448, 451, 597
–, M- 26
–, P- 26
–, Prüf- 107
Röhrenprüfhammer 97, 250
Röhrenprüfungen 250
Röhrentrichter(-konus, -kolben) 25
Röhrenvoltmeter 62
Röhrenwechsel 250
Röhrenziehzange 97
Röntgeneinheit 27
Röntgenstrahlung 27
Rot-Differenzsignal 429, 431
Rotkanone 457
Rücklaufaustastung 131
Rücklaufimpuls, Zeilen- 228, 272, 274, 292
Rückspiegel 97
Rüttelstab 97
(R–Y)-Achse 168

S
Sägezahnspannung 149
Saugentlöter 385
Schaltdiode 306, 327
Schalter, elektronischer 130
–, PAL- (PAL-Umschalter) 482, 484, 486, 488
Schalter-Tuner 303
Schaltung, Kaskoden- 296, 301
Schaltungen, gedruckte 386
Scharfzeichner 39, 223
Schattenmaske siehe Lochmaske
Schattenmaskenröhre 450
Schaumstoffkabel 581
Schaumstoffleitung 580
Scheibenwischereffekt 588
Schirmdiagonale 15
Schirmfarbe 504
Schlauchleitung 578, 580
Schlitzkopplung 324
Schlüsseltaste 22
Schlußprüfung nach Reparatur 396
Schraubendreher 97
Schraub-(Gewinde-)kern 78, 314, 341
Schutzbrille 108
Schutzmittel beim Umgang mit nicht implosionssicheren Bildröhren 108, 372
Schutzscheibe 24, 25
Schwarzpegel 50
Schwarzschulter 50
Schwarzweißbild 429
Schwarzweiß-Sprünge (-Übergänge) 48, 49, 52, 183, 220, 507, 510
Schwarzwerthaltung 181
Schwebungsmarken (siehe Pips)
Schwebungsprinzip 176
Schwingung, Barkhausen-Kurz- 231, 251, 271, 275

Schwingung, Partial- 233
–, Rechteck- 124
–, Sinus- 52, 160, 161
–, Stör- 407
Selbond-Röhren 27
Selektivfilter 25
Service-Einstellungen 60, 61
– beim Farbfernsehempfänger 513 ff.
Servicefreundlichkeit 23
Servicekoffer 101
Service-Oszillografen 123
Service-Schalter (beim Farbfernsehen) 528
Servicespiegel 83, 511
Service-Tische 93 ff.
Servicewagen 83
Servicewerkstatt 81
Sicherungswiderstand 499
Sichtröhre 123, 147
Signal
–, Blau-Differenz- 429, 435
–, Farb- 132
–, Farbart- 431, 435
–, Farbbalken- 435
–, Farbdifferenz- 429, 431
–, Farbfernseh- 133
–, FBAS- 132, 146, 435
–, Grün-Differenz- 447
–, Kamera- 435
–, Leuchtdichte- 133, 429, 435
–, Regenbogen- 133
–, Rot-Differenz- 429, 431, 435
–, Y- 133, 429, 435
Signal/Impuls-Verhältnis 134, 184
Signalteil 362
Signalverfolger 135
Siliziumdiode 320
Siliziumgleichrichter 260, 498
Sinusförmige Spannung 160
Sinusoszillator 282
Sinussignale 49, 160
Sinusschwingung 313
S-Kurve 349
Sockel, Duodecal- 203, 207, 253
Sockelschaltungen von Bildröhren 596, 597
– von Nf-Röhren 213
Sonderprüfung 193
Spannung, Anodenrest- 275
–, Booster- 74, 76, 205
–, Brumm- 157
–, Effektiv- 160
–, Eich- 126, 161
–, Hoch- 121
–, Kipp- 129, 150
–, Maximal- 161
–, Meß- 155, 164
–, Misch- 157
–, nichtsinusförmige 158, 163
Spannung, Rausch- 566
–, Sägezahn- 149
–, sinusförmige 154, 160
–, Spitzen- 160
–, Stör- 409
–, Summenricht- (AVC-) 349
–, Über- 193, 406
–, Unter- 193, 406
–, Vergleichs- 162
–, Versorgungs- 405
Spannungen, Betriebs- der Bildröhre 207, 254
Spannungsmessungen mit Oszillografen 160
– mit dem elektronischen Voltmeter 144
Spannungs- und Strommessungen mit Vielfach-Meßinstrumenten 139
Spannungsverdopplung 473
Spannungsverdreifacher 473
Sperrschichtkapazität
Sperrschwinger 227, 281
Sperrtiefe 339
Sperrwiderstand 266
Spezialsockel, Bildröhren- 67, Tab. 7–II
Spitzenspannung 160
Sprache/Musiktaste 38
Sprühdosen 113, 114
Sprüheffekte 234
Spule, Oszillator- 78, 297, 314
Spulenabgleich 78, 314
Spulenkern 285
Spulensegmente 297, 314
Spulentrommel 297
Stableitung 479
Standardmaterialkästchen
–, Sortiment 104
Standrohre für Antennen 574
Statische Fokussierung 148
Statischer Abgleich 169, 288, 294, 341, 351
Steckdosenschiene 83
Steckverbindungen 365
Stelltransformator, Vorschalt- 405
Steuergenerator, Horizontal- 71
–, Vertikal- 72
Steuerwicklung 465
Störabstand 410
Störeinstrahlung 565, 566
Störspannung, (Funk-) 409
Störspannungsgrenzwerte 409
Störstrahlung, Oszillator- 320, 412
Störstrahlung, Zeilen- 412
Störungen des UHF-Empfangs 408
–, Synchronisations- 224, 251, 586
Störungen des UHF-Empfangs,
–, Zünd- 588
Störwellen 407
Strahlschärfe 46
Strahlstrom 135, 254, 503
–, Begrenzung 503
Strahlungsschäden 27
Streifen im Bild 218, 229, 230, 232
Streulicht 252
Strommessungen 143, 163
Summenricht-(AVC-)spannung 350
Summierstufe 443
Symmetrierglied 306, 319, 329
Symmetrierorgan 301
Symmetrierübertrager 321, 580
Symmetrische Schaumstoffleitung 580
Symmetrisches, abgeschirmtes Kabel 580
Synchrondemodulator 440, 444, 481, 482
Synchronimpulse 129
Synchronisationsrichtung 184
Synchronisationsstörungen 224, 586
Synchronisierimpuls, Zeilen- 283
Synchronisierung 152, 184
–, Bild- (Raster-, Vertikal-) 72, 224, 515
–, Zeilen- (Horizontal-) 71, 226, 516
Synchronisierung des Oszillografen 129, 152,
Synchronpegel 267

T

Tastkopf, Abschwächer- 271
–, Dioden- 128, 275
–, Hochspannungs- 122
Tastteiler 127, 271
Tastverstärker 128
Tauchkondensator 176
TCM-Konzept 454
Testbesen 46
Testbilder 44, 62
–, ausländische 54
–, elektronische 49
–, Farb- 45, 505
–, Universal- (RMA-) 45
Testbildzeilen 45
Testgerät, Antennen- 136
Testkeile 46
Thernewide 249
Thyristor 256, 257, 260
Thyristorstabilisierung 500
Tondiode 347

Ton im Bild 220
Tonflanke 343
Tonkanal 183, 438
Tonstreifen 221
Tontreppe 237, 293, 339, 343
Tonträger 317, 339
Ton-Zf-Auskopplung 215
Ton-Zf-Verstärker 348
–, Abgleich 350 ff., 530
Ton-Zf-Durchlaßkurve 350
Topfkreise 318
Transduktor 465
Transformator
–, Regel-Trenn- 84, 92, 109, 111, 153, 290
–, Stell- 405
–, Trenn- 62, 88, 111, 290
–, Vorschalt- 405
–, Vorschalt-Stell- 405
–, Zeilen- 271, 370
Transistor, Feldeffekt- 256, 486
–, Germanium- 257, 266
–, Silizium- 257, 266
Transistoranschlüsse 264
Transistorprüfung 262
Transistor-Tuner 324
Transistor-Voltmeter 121
Trapezfehler 459
Trapezfehlerkorrektur 459, 460
Trapezförmige Verzeichnung (Verzerrung) 243, 455, 460
Traps (Fallen) 337, 344
Trenntransformator 88, 111, 290
Trenntransformatoreffekt 228
Treppenspannung 132
Triggerung 129, 155
Trimmerabgleich 314
Trommel-Tuner 297
Tuner, elektronisch abstimmbarer 331
–, mechanisch abstimmbarer 331
–, Mehrbereich- 300, 327
–, Schalter- 298
–, Trommel- 298
–, UHF- 211
–, UHF-Transistor- 324
–, Variometer- 298, 299, 315
–, VHF- 211, 295
Tuner-Durchlaßkurven 308, 329
Twin-panel-Bildröhre 25
Typenbezeichnung
– von Bildröhren 594, 595, 597
–, von Halbleitern 257

U

Überalleskurve 172, 345
Überschwingen 126, 218
Überspannung, Netz- 193, 406
Überspannungsschutz für Antennen 577
Überstimmreserve 315
Überstromschutz 503
Übertragungskanäle, Fernseh- 309, 317
UHF- 316
– -Abgleich 329
– -Abstimmautomatik 324
– -Antennen 570
– -Antennenverstärker 565
– -Bereich 317
– -Einbauteil 417
– -Empfang mit älteren Fernsehgeräten 415
– -Empfang, Störungen 408
– -Empfangsspannungen 565
– -Fensterantenne 570, 576
– -Kanäle 317
– -Konverter 415
– -Röhrentuner 319
– -Transistortuner 324, 334
– -Tuner 316
– -Tuner-Abgleich 329
– -Tuner, Organische Eingliederung 327
– -Wobbler 334
UHF-Durchlaßkurve 329
UHF/Zf-Einkopplung 211
UHF/VHF-Taste 36
Ultraschall-Fernbedienung 424
Umfeldbeleuchtung 31, 422
Umwegschleife 325
Umsetzer, Frequenz- 417
Unterspannung 193, 406
Universal-Testbild 45
U-Zeiger 433

V

Variometer-Tuner 297, 298, 299, 315
VDR-Widerstand 192, 247
Vektor-Addition 149
Vektorskop 130, 167
Verbundröhren 297
Verdünnungs- und Lösemittel 113
Vergleichsspannung 162
Vergleichsspannungsgerät 162
Verrauschtes Bild 217
Versorgungsspannung 405
Verstärker, Antennen- 583
–, Anzeige- 290
–, Burst- 445
–, Farbartsignal- 442
–, Fehler am Nf- 239
–, Gleichspannungs- 126
–, Meß- 124
–, Nf- 213, 239
–, Vertikal- 124
–, Video- 276
–, X- 124, 128
Verstärker, Y- 124, 128, 168, 438, 441
–, Zeitplatten- 128
–, Zf- 336
–, Zusatz- 290
Vertikalchassis 358
Vertikal-Endstufe 227, 285
Vertikalfrequenz 128, 160, 267
Vertikale Linearität 74, 240
Vertikallücken 346
Vertikalkonvergenz
–, dynamische 494
Vertikal-Steuergenerator 72
– -Frequenzabgleich 72
Vertikal-(Raster-)synchronisierung 72, 224, 515
Vertikal-Verstärker 124
Verzeichnung, trapezförmige 243, 455, 460
Verzerrung, Gradations- 50, 53
–, Kissen- 59, 235
–, lineare 587
–, nichtlineare 587
Verzögerungsleitung, Laufzeit- 443
VHF 295
VHF-Trommel-Tuner 297
VHF-Tuner, Arten 296
– mit Drehkondensator-Abstimmung 300
– mit elektronischer Abstimmung 301
– mit Permeabilitäts-Abstimmung 298
–, vollelektronischer 307
Video-Endstufe 207, 215
Videogleichrichter 346
Videosignal 124, 159, 267, 270
Videoverstärker, Fehler 183, 276
Vielfach-Meßinstrumente 117, 139
Viertelzeilen-Offset 431
V-Leitung 479
Vollgummigittermatte 105
Voltmeter, Digital- 122
–, elektronische 121
Vorgeister 586
Vorprüfung zur Ermittlung von Fehlererscheinungen 189
Vorschalt-Transformator bei Netz-Unter- und Überspannungen 33, 405
Vor/Rück-Verhältnis von Antennen 567
Vorspannung, feste 291, 529
V-Zeiger 433

W

Wärmeableitpinzette 97
Wechselspannungsmessungen 143, 145

Wehneltzylinder 147, 254, 469
Weißpegel 267
Weißpunktumschalter 504
Weiß-Schwarz-Weiß-Sprung-Signal 510
Wellenmesser 135, 310
Werkzeuge 102
–, Abgleich- 102
Werkstattkoffer 101
Werkstattwagen 90, 94,
Widerstand, charakteristischer 118, 141
–, Dunkel- 250
–, Durchlaß- 261
–, Foto- 249
–, Instrumenten- 118, 140
–, NTC- 249
–, ohmscher 246
–, PTC- 502
–, Sicherungs- 247
–, VDR- 247
Widerstände, Farbcode 598
Widerstandsmessungen 146
Wobbelsender 130, 146, 168

X
X-Platten 126, 149
X-Y-Oszillograf 165, 168
X-Verstärker 126, 168

Y
Y-Matrix 433
Y-Platten 126, 149
Y-Signal 133, 429, 435
Y-Verstärker 124, 128, 168, 438, 441
Y-Verzögerungsleitung 441

Z
Z-Diode 260, 499
Zeilenablenkteil, Fehler 271
–, Messungen 271
Zeilenamplitude 74, 234
Zeilenendstufe 205, 272
Zeilenfangautomatik 71,
Zeilenfreies Fernsehen 39
Zeilenfrequenzeinsteller 39
Zeilenlinearität 75
Zeilenrücklauf-Dunkeltastung 254
Zeilenrücklaufimpuls 158, 274
Zeilenschärfe 70
Zeilensprung 48, 228
Zeilenstörstrahlung 412
Zeilenstruktur, Beseitigung 39
–, farbige 535
Zeilensynchronisierimpulse 283
Zeilensynchronisierung 71
Zeilentransformator 271, 370
Zeitablenkung 177
Zeitdehnung am Oszillografen 157
Zeitmaßstab 128
Zeitplattenverstärker 128
Zentralabstimmung 42
Zentriermagnet 68
Zentrierringe 68
Zf-Abgleich 341
Zf-Abgleichorgane 295
Zf-Aufblaskappe 288
Zf-Durchlaßkurve 292, 339, 441
Zf-Einkopplung 329
Zf-Farbartsignal 529
Zf-Magnetclip 289
Zf-Verstärker 336
–, Abgleich 341, 529
–, Überprüfen 183
Zimmerantenne 568
Zündstörungen 588
Zusatzverstärker für Oszillografen 290
Zwei-Dioden-Demodulation 22
Zwei-Ebenen-Antenne 567
Zweitempfänger 15
Zweitgerätverteiler 34, 583
Zwei-Programm-Wahl 36
Zweistrahl-Oszillograf 130
Zwei-Transformatorenkonzept 473
Zwillingsantennen 567
Zwischenfrequenz 296
Zwischenstecker 33

Anzeigenteil

FARBBILDRÖHREN

A 66-120 X · A 66-140 X

Bildröhren optimaler Farbwiedergabe

Farbbildröhren von AEG-TELEFUNKEN

AEG-TELEFUNKEN

Fachbereich Röhren/Vertrieb

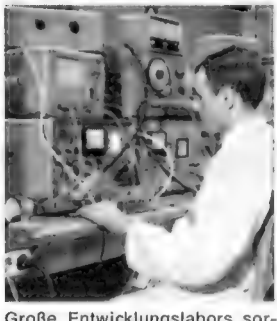
79 Ulm Söflinger Straße 100

HIRSCHMANN, ein Name, der Geschichte hat und Zukunft. In der Empfangstechnik und im besseren Kontakt.

Hirschmann baut Auto-Antennen für alle Wünsche, für alle Wagen, für alle Radios und Funkanlagen: vollautomatische Antennen, diebstahlsichere Versenk-Antennen, robuste Anbau-Antennen und sportliche Federfuß-Antennen. Zehn Millionen Hirschmann Auto-Antennen sind eine Garantie ohnegleichen.

Hirschmann-Antennen und alle dazugehörigen elektronischen Bausteine für Rundfunk und Fernsehen garantieren in Einzel-, Gemeinschafts- und Ortsanlagen erstklassigen Empfang aller Programme. Auch in Stereo und Farbe. Hirschmann hat dabei neue europäische Qualitätsmaßstäbe gesetzt.

Mit der Pioniertat „Bananenstekker" hat es begonnen. Heute fertigt Hirschmann ein vielfältiges Programm von Steckern, Buchsen und Klemmen für Schwach- und Starkstrom als ideale Mittel für besseren Kontakt in vielen Gewerbe- und Industriezweigen.



Große Entwicklungslabors sorgen bei Hirschmann nicht nur für ein konstantes Qualitätsniveau, sondern auch für eine gute Zukunft im Empfang mit Hirschmann. Der Hirschmann-Fortschritt ist Gradmesser für die internationale Antennen-Technik.

Das moderne Hirschmann-Verwaltungsgebäude in Esslingen ist die Koordinationszentrale für die großzügige Hirschmann-Fertigung in sechs Werken im In- und Ausland. Mit 3000 Mitarbeitern zählt Hirschmann heute zu den Großen der radio- und elektrotechnischen Branche.

Richard Hirschmann
Radiotechnisches Werk
73 Esslingen/N · Postfach 110
Telefon (0711) 39011
Fernschreiber 07 23697

Hirschmann

V. 69. 12/2

neu von Metz

Metz-Panama-Color
bietet

- 66-cm-Brillant-Rechteckbild mit 110° Ablenkung
- 20% weniger Gehäusetiefe
- 150 Transistoren und Dioden – 2 IC Hochspannungskaskade
- 7 Electronic-Programmtasten
- Metz-Qualität – erprobt und zukunftssicher

Gossen-
Report für den
Rundfunk- und Fernsehtechniker

Vielseitig und überlastsicher: das neue Vielfachmeßgerät UVA-E

Überlast-Schutzschalter · hoher Innenwiderstand · Skalenlänge 110 mm · unabhängig von der Gebrauchslage · optimale Bereichsabstufung · „stehende" Kapazitätsanzeige · eingebaute Spannungsvervielfacher für R- und C-Messungen (keine zusätzliche Hilfsspannung) · Stell- und Stapelfüße · hohe Genauigkeit (Klasse 1 bei Gleichstrom und Klasse 1,5 bei Wechselstrom 15 . . . 20000 Hz)

54 Meßbereiche für Gleich- und Wechselstrom
Gleichspannung (25 kΩ/V)
Wechselspannung (3,16 kΩ/V)
Widerstand
Kapazität
Aussteuerung

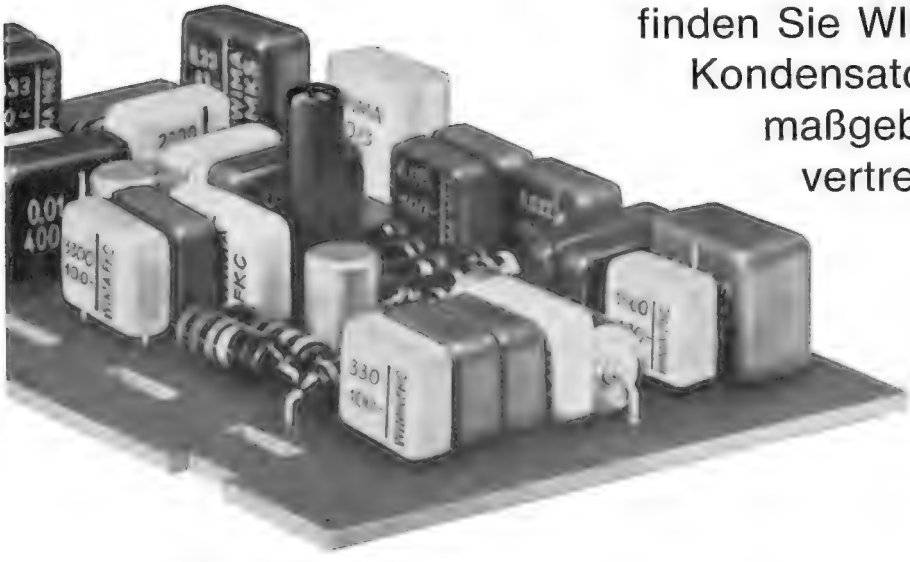
Das UVA-E kann auch als einfacher Prüfgenerator verwendet werden (Rechteckimpulse ca. 450 Hz und Nadelimpulse)

GOSSEN

Gossen GmbH · 8520 Erlangen Ruf (09131) 827-1 · Telex 0629845

WIMA-Kondensatoren

sind führende Erzeugnisse für die Unterhaltungs-Elektronik und für die professionelle Anwendung. Auch in Fernseh-Geräten der bekannten Marken finden Sie WIMA-Kondensatoren maßgeblich vertreten!



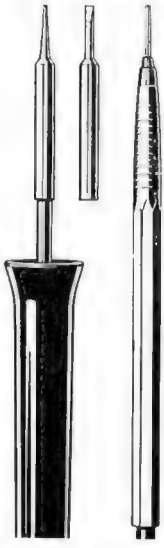
WILHELM WESTERMANN

Spezialfabrik für Kondensatoren - 68 Mannheim 1

Augusta-Anlage 56 - Tel. (06 21) 40 80 12 - Telex: 04/62237

Problemlos

ohne?



– ohne Thermoregler? Das beurteilen Sie als Fachmann selbst: 15 Watt zum Löten in der Elektronik, das ist bereits maßgeschneidert – ohne Kaltlötstellen, ohne Überhitzung nach Leerlauf. Und darum geht es. Natürlich nur mit PICODUR Dauerspitzen. Das ist unser

PICO 15 PD

Dazu der stromisolierte ZINN-FIX-Spender. Die kpl. Werkstattkassette heißt:

PD 3203

LÖTRING

LÖTRING, Abt. 1/40 · 1 Berlin 12

RÖHREN

HALBLEITER

RSD

Dieses Zeichen bürgt für

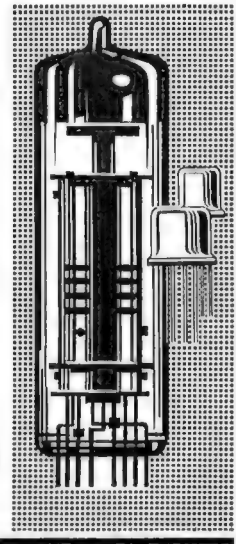
Qualität!

Lebensdauer und Datengenauigkeit

6 Monate Garantie!

Ein großes Programm zu kleinen Preisen!

Fragen Sie Ihren Großhandler oder verl. Sie unsere Liste R 71



Generalvertrieb

GERMAR WEISS

6 FRANKFURT-MAIN

Mainzer Landstraße 148

Tel. 0611/239186

Spezialröhren aller Marken

Wenn es auf Kontaktsicherheit ankommt

dann wählen Sie

STAB-RELAIS ST 57

Seit 10 Jahren demonstriert es millionenfach seine Zuverlässigkeit.

Durch Anwendung von quecksilberbenetzten Platinkontakten unter Abschluß von Preßgas wird die Wiederkehr eines stets gleichen Kontaktwiderstandes garantiert.

Es ist in jeder Lage gebrauchsfähig und arbeitet absolut geräuschlos, ohne Prellen, magnetische Störfelder und parasitäre Thermospannung.

Robert Hennemeyer

ELEKTROPHYSIKALISCHE GERÄTE

1 BERLIN 41 Rheinstraße 10

Telex-Nr. 183075

„Multavi 1. Klasse mit Lorbeeren…“

Wäre ein solches Vielfachinstrument keine Auszeichnung für Sie? Die Multavi-Reihe hat sich wirklich ihre Lorbeeren seit Jahrzehnten verdient. Alle Typen waren und sind einsame Klasse: Klasse 1 für Gleichstrom und Klasse 1,5 für Wechselstrom. Große, spiegelunterlegte Skala für parallaxfreies Ablesen. Robustes Meßwerk in formschönem Gehäuse. Einfache Handhabung durch übersichtliche Anordnung der Bedienungselemente. Drei hochohmige Multavi-Ausführungen zur direkten Messung von Strom, Spannung und Widerstand:

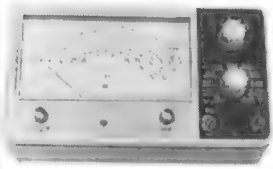
Multavi 6 mit 29 Meßbereichen: für Gleichstrom bis 1,5 A bzw. 600 V (33 kΩ/V), für Wechselstrom bis 6 A bzw. 600 V (10 kΩ/V), für Widerstände bis 10 MΩ.

Multavi 7 mit 31 Meßbereichen und Meßgeräteschutzschalter: für Gleich- und Wechselstrom bis 6 A bzw. 600 V (10 kΩ/V), für Widerstände bis 100 kΩ.

Multavi 8 mit 35 Meßbereichen und Meßgeräteschutzschalter: für Gleichstrom bis 6 A bzw. 900 V (100 kΩ/V), für Wechselstrom bis 6 A bzw. 900 V (20 kΩ/V), für Widerstände bis 10 MΩ.

Wir informieren Sie gerne über unsere tragbaren Meßinstrumente.
Hier unsere Adresse: ELIMA GmbH, Elektrische Meßinstrumente,
6 Frankfurt/Main, Postfach 90 03 24.

H&B ELIMA

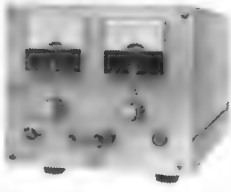


FT-Meter 1

Feldeffekt-Multimeter = 7 Bereiche 0...1000 V, Eing.-Widerst. 11 MΩ
~ 6 Bereiche 5...1000 V, Ω x 10, x 100, x 10 kΩ, x 1 MΩ

TBM-100

Transistor-Breitband-Millivoltmeter, 12 Bereiche von 1 mV...300 V, Eing.-Widerstand ca. 1 MΩ

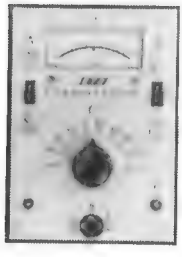


RGN 101

Netzgerät, elektron. stabil. Betriebsspannung 0,00...30 V Nennstrom 0,05...1 A

RGN 300

Bitte Angebot anfordern.



TT-1 A

Transistor- u. Diodentestgerät f. NF-, RF-, FS-Service sowie Industrie-Elektronik

Bitte fordern Sie Unterlagen über unser Meßgeräte-Programm an.

SELL & STEMMLER

Inh. Alwin Sell

1 Berlin 41, Ermanstraße 5
Telefon 03 11 - 7 91 24 03 / 7 91 50 94
Telex 183 128 sst d

Vertrieb und Kundendienst
6442 Rotenburg/Fulda, Bürgerweg 10
Tel. 0 66 23 - 20 77, Telex 493 281 selco d

Sie gehören zu jedem guten Fernseh-Service

die erfolgreichen 13 der KONTAKT-CHEMIE

Erhältlich in allen leistungsfähigen Elektrogroßhandlungen. Kostenlose Werkstatt-Tips sendet auf Wunsch

KONTAKT CHEMIE

755 Rastatt, Postf. 52, Tel. 0 72 22/3 42 96

Spezialangebot:

Mini-Funksprechgerät

PARTY FRT 40 A

Dieses Funksprechgerät ist einmalig. Denn es hat einen unschlagbaren Preis. Und besitzt die Vorzüge weit teurer Anlagen. Lieferbar in 27 MHz (Export) oder 28,5 MHz Amateurfrequenz.

Komplettes Funksprechgerät pro Paar **49.- DM**

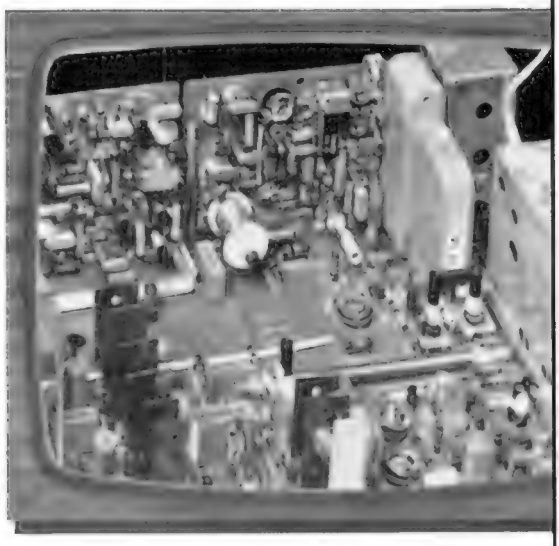
Ab 3 Paar Sonderpreis: je DM 44,–
Wir liefern sofort!

- Sendereinput 100 mw max.
- Ideal für Antennenbau, Camping, Sport
- mit Garantie

kaiser electronic GMBH

69 Heidelberg, Rohrbacherstr. 67, Tel. (06221) 22637/27609 · Telex 4-61883

IMMER IM BILD



DAS RICHTIGE BAUELEMENT AN DER RICHTIGEN STELLE

Diese Forderung kann nur ein Hersteller erfüllen, der alle Technologien in seinem Programm hat: z. B. die FIRMENGRUPPE ROEDERSTEIN.
Fordern Sie unser Handbuch Bauelemente an, es gibt detaillierte Auskunft über alle Typen.

DAS PROGRAMM

KONDENSATOREN
KT, KC, KP, MKT, MKC, MKP, P, Aluminium-Elektrolyt-Kondensatoren, Tantal-Kondensatoren, Keramik-Kondensatoren.

WIDERSTÄNDE
Kohleschicht-, Metallschicht-, Metalloxydschicht-, Präzisionsdraht-Widerstände.

AUSSERDEM
Potentiometer, Dickschicht - Hybrid - Schaltungen, Se- und Si-Kaskaden (Spannungs-Vervielfacher) sowie ein vollständiges Halbleiter-Programm.

ERO ROE ERO-TANTAL KESTAFIL

FIRMENGRUPPE ROEDERSTEIN
8300 LANDSHUT · LUDMILLASTRASSE 23-25

Tabellenbücher für den Service Techniker

aus dem Franzis-Verlag · München

Kristalldioden- und Transistoren-Taschen-Tabelle

Bearbeitet von Ing. Herbert G. Mende. — Die KTT enthält fast 214 000 kennzeichnende Daten von etwa 14 000 in- und ausländischen Dioden und Transistoren mit 395 Gehäuseformen.

9. Auflage. 286 Seiten, 93 Bilder. Lam. DM 14,80. Best.-Nr. 544

Transistoren-Vergleichstabelle

Diese Tabelle führt an etwa 5 500 miteinander vergleichbare Halbleitertypen heran. Das ist mehr als das Doppelte von der ersten Auflage!

2. Auflage. 160 Seiten. Plastik DM 9,80. Best.-Nr. 555

Röhren-Taschen-Tabelle

Bearbeitet von Dipl.-Ingenieur J. Schwandt. — Die Haupttabelle bringt die Daten von fast 4 000 Röhren aus Deutschland, Österreich und der Schweiz, dazu die in Europa gebräuchlichen amerikanischen Typen.

12. Auflage. 242 Seiten, 869 Sockelschaltungen. Lam. DM 14,80. Best.-Nr. 545

Formelsammlung für den Radio-Fernsehpraktiker und Elektroniker

Von Oberbaurat Dipl.-Ing. Georg Rose. — Wird eine kurze Rechnung notwendig — ein Griff, ein Aufschlagen, und die richtige Formel ist gefunden. Während der täglichen Arbeit, als Stütze bei der Vorbereitung auf eine Prüfung, als Zusammenfassung des Fach-Rechenunterrichts ist diese Sammlung unentbehrlich.

11. Auflage. 272 Seiten, 250 Bilder. In Plastik DM 16,80. Best.-Nr. 533

Halbleiter-Lexikon

Ein Telefunken-Fachbuch. — Dieses Buch definiert 1 311 Begriffe der Halbleitertechnik. Es ist dies eine der umfassendsten Sammlungen von Fachworterläuterungen, ergänzt durch ein alphabetisches Verzeichnis englischer Fachwörter.

2. Auflage. 342 Seiten, über 350 Bilder. Plastik DM 25,—. Best.-Nr. 502

Daten- und Tabellensammlung für Radiopraktiker und Elektroniker

Von Herbert G. Mende. — Man hätte diesen Band glatt auf das Doppelte anreichern können, doch in der vernünftigen Konzentration auf nur wirklich einzuprägende und erst nach langem Suchen zu findende Angaben liegt der Wert dieser Sammlung. Sofort gebrauchsfertig und auswertbar sind die Tabellen, Nomogramme, Formeln und Kurzhinweise. Das Buch ist in sieben Abschnitte unterteilt: Allgemeine Daten, Wellenausbreitung und Frequenzbereiche, Rundfunk- und Fernsehempfang, Niederfrequenztechnik und Elektroakustik, elektronische Signal- und Datenverarbeitung, Daten von Bauelementen und Baugruppen, Labor und Werkstatt.

3., neubearbeitete und ergänzte Auflage. 120 Seiten mit 61, z. T. bebilderten Tabellen und weiteren 38 Bildern. Lam. DM 5,60. Best.-Nr. RPB 100/100a

Telefunken-Laborbücher

für Entwicklung, Werkstatt und Service. — Ingenieure aus Labor, Prüffeld, Service und anderen Arbeitsbereichen haben darüber nachgedacht, was von ihrem Wissen der Kollege andernorts gern griffbereit bei der Hand hätte. Darauf entstanden die Telefunken-Laborbücher. Sie sind eine Fundgrube für jeden praktisch tätigen Elektroniker, ganz gleich, wo er arbeitet.

Band 1: 9. Aufl. 404 Seiten, 525 Bilder. Pl. DM 11,60. Best.-Nr. 577.
Band 2: 5. Aufl. 384 Seiten, 580 Bilder. Pl. DM 11,60. Best.-Nr. 578.
Band 3: 3. Aufl. 388 Seiten, 430 Bilder. Pl. DM 11,60. Best.-Nr. 579.
Band 4: 3. Aufl. 356 Seiten, 410 Bilder. Pl. DM 11,60. Best.-Nr. 580.
Band 5: 1. Aufl. 453 Seiten, 453 Bilder. Pl. DM 14,80. Best.-Nr. 581.

TELEFUNKEN-Schwarzweiß- und Farbfernsehgeräte gewährleisten ein Optimum an Betriebssicherheit. Dafür sorgen hochwertige Bauteile, technisch perfekte Prüfmethoden und eine umfangreiche Qualitätskontrolle. Alle Fernsehgeräte, auch die mit 110°-Farbbildröhren, tragen das VDE-Zeichen.

Wird dennoch einmal ein Eingriff in das Gerät erforderlich, dann findet der Fachmann eine servicefreundliche Konstruktion vor, die ihm die Arbeit wesentlich erleichtert. So ist z. B. das Farbfernsehchassis baugruppenweise nach allen Seiten für jeden nur denkbaren Service ohne Zuhilfenahme von Werkzeugen ausschieb- und klappbar; es kann zudem in Teilen oder im Ganzen aus dem Gehäuse entfernt werden und bleibt trotzdem funktionsfähig.

Darüber hinaus bietet der TELEFUNKEN-Service dem Fachmann:

- Methodisch vorbildlich durchdachte Service-Unterlagen
- Zuverlässige Hilfe und Beratung durch modern ausgestattete Werkstätten der AEG-TELEFUNKEN-Verkaufsbüros
- Service-Lehrgänge für Fachhändler und Reparaturtechniker im Ausbildungscenter Hannover und an vielen Orten der Bundesrepublik
- Den regelmäßig erscheinenden TELEFUNKEN-Sprecher mit qualifizierten Gerätebeschreibungen und technischen Informationen.

Dieser Service ist mitbestimmend für die Beliebtheit der TELEFUNKEN-Erzeugnisse beim Fachhandel und beim Kunden.

TELEFUNKEN

Alles spricht für TELEFUNKEN

Die großen Service-Handbücher

Manfred A. Heinrichs
Tonband-Service-Handbuch
144 Seiten mit 143 Bildern und 4 Tabellen, in Leinen 28,– DM

Manfred A. Heinrichs
HiFi-Stereo-Service-Handbuch
etwa 200 Seiten mit 142 Bildern und 5 Tabellen, in Leinen etwa 30,– DM

Dr. Adolf Renardy
Radio-Service-Handbuch
348 Seiten mit 220 Bildern und 25 Tabellen. 4. Auflage, in Leinen 29,80 DM

Die Franzis-Service-Werkstattbücher

Werner Aring
Fernseh-Bildfehler-Fibel
248 Seiten mit 200 Bildern und 21 Tabellen. 4. Auflage. Plastikeinband 22,80 DM

Heinrich Bender
Der Fernseh-Kanalwähler
256 Seiten mit 205 Bildern und 3 Tabellen. Plastikeinband 19,80 DM

Gerhard Heinrichs
Farbfernseh-Service-Technik
128 Seiten mit 81 teils farbigen Bildern. Plastikeinband 19,80 DM

Gerhard Heinrichs
Fernseh-Service praktisch und rationell
256 Seiten mit 171 Bildern und 7 Tabellen. 2. Auflage. Plastikeinband 22,80 DM

Gerhard Heinrichs
Service-Meßtechnik
156 Seiten mit 104 Bildern. Plastikeinband 22,80 DM

Heinz Lummer
Fehlersuche und Fehlerbeseitigung an Transistorempfängern
144 Seiten mit 102 Bildern und 14 Tabellen. 2. Auflage. Plastikeinband 15,80 DM

Heinz Lummer
Reparaturtechnik für gedruckte Schaltungen
148 Seiten mit 65 Bildern und 3 Tabellen. Plastikeinband 19,80 DM

Ernst Nieder
Fehler-Katalog für den Fernseh-Service-Techniker für Schwarzweiß und Farbe
320 Seiten mit 269 Bildern. 3. Auflage. Plastikeinband 24,80 DM

Bernd Rodekurth
Farbfernseh-Bildfehler-Fibel
etwa 200 Seiten mit etwa 150 zumeist farbigen Bildern. Plastikeinband etwa 30,– DM

FRANZIS-VERLAG · MÜNCHEN

GÜNTHER FELLBAUM

Geburtsjahr 1909. Schon als Schüler dem Rundfunk zugetan, erwarb F. als Funkbastler 1924 die Audionversuchserlaubnis; er wurde mehrfach mit Preisen und Prämien für selbstgebaute »Fernempfänger« bedacht. Nach vielseitiger Praxis und abgeschlossenem Ingenieurstudium kam der Verfasser als Ela-Spezialist zu Siemens & Halske, Technisches Büro Leipzig; er besuchte nebenher Vorlesungen und Praktika bei Prof. Karolus im Physikalischen Institut der dortigen Universität. Danach wurde er Prüffeldleiter und anschließend Vortrags-, Service- und Verkaufsingenieur beim Sachsenwerk in Dresden/Radeberg/Niedersedlitz. 1934 schrieb F. sein erstes, in mehreren Auflagen erschienenes Werkstattbuch. Weitere Fakten: Hörstudium bei Prof. Barkhausen, TH Dresden. Später Rundfunkvertriebsingenieur bei der AEG, Berlin-Treptow. 600 Vorträge und Lehrgänge für Fachhandel und Werkstattpersonal, mehrere neue Servicebücher und zahlreiche Fachaufsätze. Im Kriege Beschreibungsfachmann für Luftfahrtgeräte bei Siemens, dann technischer Ausbilder in einer Nachrichten-Abteilung und nach Kriegsschluß vorübergehend Elektroassistent im Volkswagenwerk Wolfsburg. Ab 1947 freischaffender Fachschriftsteller, Lektor, Buchautor und Dozent für Funktechnik in Berlin. Später technischer Direktionsassistent und Presseleiter bei Loewe Opta und seit 1958 Redakteur des Telefunken-Sprechers im Hause AEG-Telefunken. In dieser Eigenschaft hat der Verfasser ständige Kontakte sowohl mit Fachleuten der Entwicklung und Fertigung als auch mit Fach- und Nachwuchskräften des Handels und Gewerbes. Er bemüht sich, einen Beitrag für den Service zu leisten, indem er den darin Tätigen langjähriges und immer wieder erneuertes Wissens- und Erfahrungsgut methodisch anschaulich vermittelt.

ISBN 3-7723-5114-X

FRANZIS